Lon

HANDLEIDING

VOOR DE

PRAKTISCHE ZEEVAARTKUNDE.

HANDLEIDING

VOOR DE

PRAKTISCHE ZEEVAARTKUNDE,

DOOR

JACOB SWART.

DERDE EN HERZIENE DRUK.

Met Platen en twee Sterren-Kaarten.

AMSTERDAM,
BIJ DE WED. G. HULST VAN KEULEN.
1856.

GEDRUKT BIJ G. VAN TIEN & ZONEN.

VOORBERIGT.

Dikwerf en bij herhaling heeft men mij aangezocht, eene vernieuwde uitgave te bezorgen van de Grondbeginselen der Stuurmanskunst, door P. Steenstra, *waarvan de zevende druk reeds voor lang is uitverkocht. Na eenige aarzeling heb ik die taak opgenomen, en een zeer klein gedeelte van het* I^e^ *en* III^e^ *Boek is als een veranderde herdruk van het voornoemde werk aan te merken. Spoedig bleek het mij echter moeijelijk te zijn, om op die wijze voort te gaan, en heb ik verder van de genoemde* Grondbeginselen *geen gebruik gemaakt, en het geheel voleind, zoo als het hier den zeevarenden wordt aangeboden.*

Dit werk wenschen wij, dat men voornamelijk beschouwe als eene Handleiding voor de Praktische Zeevaartkunde en daaraan geene andere rigting toekenne, dan de titel aanduidt.

De belangrijke uitbreiding, welke men in deze dagen aan de meteorologische waarnemingen op zee geeft, heeft mij genoopt in dezen druk aan dat gedeelte der zeevaartkunde eenige meerdere uitbreiding te geven. Die uitbreiding met nog eenige andere toevoegingen, als ook van twee sterrenkaarten, zonder dat daarom de prijs van dit werk wordt verhoogd, zullen, zoo wij hopen, den zeeman welgevallig, en zoo wij hartelijk wenschen, den jeugdigen beoefenaar nuttig zijn.

Jacob Swart.

AMSTERDAM, Mei 1856.

INHOUD.

TWEEDE BOEK.

De cirkels op en om de Aarde, de zeekaarten, schuinsche koersrekening, enz.

DERDE BOEK.

Over de hemel- en aardgloben, en aanwijzing van de toepassing der bolvormige driehoeken op eenige vraagstukken der sterre- en zeevaartkunde, en de verklaring der sterren-kaarten.

VIERDE BOEK.

De Almanak ten dienste der zeelieden en het vinden der ware hoogten, enz.

VIJFDE BOEK.

Over het vinden der breedte op zee.

ZESDE BOEK.

Over het vinden van den tijd aan boord.

ZEVENDE BOEK.

Over de tijdmeters en het vinden der lengte op zee.

ACHTSTE BOEK.

Over de getij-rekening, de winden, orkanen, wolken-vormen en stroomen.

NEGENDE BOEK.

Over eenige werktuigen bij de zeevaartkunde in gebruik.

TIENDE BOEK.

Het Scheeps Journaal en het examen der zeelieden.

INLEIDING.

Door *Zeevaartkunde*, ook *Stuurmanskunst* geheeten, is men in het algemeen gewoon eene wetenschap te verstaan, die de noodige grondregelen bevat, om, op de veiligste en kortste wijze een schip door zee te kunnen sturen, en van het eene punt naar het andere te brengen.

De grondregels dezer kennis zijn op de wiskunde gevestigd, en hebben hunnen oorsprong in de *Aardrijks-* en *Sterrekunde;* zij worden met hulp der *Meetkunst* afgeleid uit de overeenkomst, die verschillende plaatsen hebben op den aardbol, die om zijne rondheid, met de schijnbare ronde gedaante des hemels wordt gelijk gesteld, en moeten alle en altijd door de rekenkunde behandeld en uitgewerkt worden: waaruit dus onvermijdelijk volgt, dat de rekenkunst voor den zeeman eene onontbeerlijke en allereerste behoefte is, en zal men dus gemakkelijk begrijpen, dat de kennis der meetkunst, aardrijks- en sterrekunde voor hem van het grootste belang is. Te wenschen, dat elk zeeman die wetenschappen grondig kenne, is gemakkelijk; maar hij, die met eenige ervaring den toestand der zeelieden van nabij kent, zal weten, hoe moeijelijk het is, zoodanige kundigheden van de zeelieden, over het algemeen, te vorderen. Tot eene volledige beoefening en nasporing van alle gronden ontbreekt het den meesten, die zich aan de zeevaart toewijden, aan tijd, en moeten velen zich vergenoegen met de verkregene uitkomsten der wiskunde, als bewezene waarheden aan te nemen. Dat er onder alle aangenomene waarheden of gestelde beginselen geene zijn, die met meer gerustheid voor waarheid aangenomen, waar veiliger op gebouwd mag worden, of die met meer vertrouwen toegepast kunnen worden, dan die op de zuivere wiskunde zijn gevestigd of daaruit hunnen oorsprong hebben, zal wel niemand in twijfel trekken. Van dien aard zijn ook de eigenschappen der meetkunstige grootheden, die in dit werk worden medegedeeld, alsmede de regelen der platte en klootsche driehoeken; alle welke men, tot oplossing der driehoeken, in het werkdadige der zeevaartkunde, veilig gebruiken mag, zonder de beginselen, waarop zij berusten, hier in het breede te herhalen, of hier in al hunne deelen te betoogen; hetgeen ook bereids in vele werken der wiskundigen is geschied. Daarom zullen ook slechts enkele van die beginselen in dit werk bewezen worden, en wij alleen de voornaamste regelen en eigenschappen doen kennen of herinneren, en verwijzen hen, die meer tijd en lust hebben, en al de bewijzen der regelen wenschen te kennen, tot de werken der meet- en wiskundigen en de grondbeginselen der trigonometrie.

Verklaring van sommige der meest gebruikelijke teekens.

Het teeken van *gelijkheid* is $=$ en heet *gelijk*; het geeft te kennen, dat de grootheden, die ter wederzijde daarvan staan, aan elkander gelijk zijn. Heeft men dus: $A = B$, zoo zegt dit, dat A en B even groot zijn, en wordt gelezen A *is gelijk aan* B, als ook $4 = 4$ of 4 is gelijk 4.

Het teeken van *additie* of dat der *optelling* of *zamenvoeging* is $+$ (*plus* of *meer*), en duidt aan, dat de grootheden, waar tusschen dit teeken staat, moeten worden zamengeteld; dus: $8 + 7$ hebbende, zoo is de som 15, en $5 + 7 + 6$ maken 18; hetwelk dus geschreven wordt: $8 + 7 = 15$, en $5 + 7 + 6 = 18$, en men leest: 8 *plus* 7 *is gelijk* 15, of ook 8 en 7 is 15, enz.

Het teeken van *substractie* of *aftrekking* is $-$ (*min* of *minus*); het geeft te kennen, dat de grootheid waarvóór het staat, van de vorige moet worden afgetrokken: aldus is $12 - 8$ gelijk 4, en $16 + 8 - 12$ maken 12; dat aldus geschreven wordt: $12 - 8 = 4$, en $16 + 8 - 12 = 12$, enz. Wil men, bijv., 8, 3 en 2 aftrekken van 17 en 13 te zamen genomen, zoo heeft men: $17 + 13 - 8 - 3 - 2 = 17$. De getallen 8, 3 en 2, welke hier te zamen genomen afgetrokken moeten worden van de som van 17 en 13, kunnen ook in haakjes ( ) vereenigd worden, en men plaatst alsdan het minus teeken buiten voor de te zamen gebragte getallen, en dit geeft dan: $17 + 13 - (8 + 3 + 2) = 30 - 13 = 17$, voor $8 + 10 + 12 - 3 - 2 - 1$ kan men ook schrijven $8 + 10 + 12 - (3 + 2 + 1) = 30 - 6 = 24$.

Het teeken van *multiplicatie* of *vermenigvuldiging* is $\times$, dat aanduidt: *vermenigvuldigd met* of *maal*; de grootheden, waar tusschen dit teeken staat, moeten met elkander vermenigvuldigd worden, dus 8×3 hebbende, geeft dit te kennen, dat 8 met 3 vermenigvuldigd moet worden, en dit geeft 24; men heeft dus $8 \times 3 = 24$, en $7 \times 6 = 42$, en men leest: 8 *maal* 3 $= 24$, enz.

Het teeken van *divisie* of *deeling* is: twee punten boven elkander tusschen het deeltal en den deeler, of een streepje onder het deeltal, waaronder de deeler gesteld wordt; dus geeft $12 : 3$ of $\frac{12}{3}$ (12 *gedeeld door* 3) te kennen, dat 12 door 3 gedeeld moet worden, en dit geeft $12 : 3 = \frac{12}{3} = 4$, en ook $\frac{28}{7} = 4$, enz.

Als men op twee of meer grootheden de vier hoofdbewerkingen der cijferkunst toepast; zoo heet het antwoord: bij de optelling *som*, bij de aftrekking *verschil*, bij de vermenigvuldiging *product*, en bij de deeling *quotient* of *uitkomst*. Stel, men vraagt, op de getallen 8 en 2 de gezegde vier hoofdbewerkingen toe te passen, zoo heeft men, naar aanleiding der verklaarde teekens, de volgende korte schrijfwijzen en benamingen:

$8 + 2 = 10$ of, de *som* is 10,
$8 - 2 = 6$ » het *verschil* is 6,
$8 \times 2 = 16$ » » *product* is 16, en
$8 : 2 = 4$ » » *quotient* of de *uitkomst* is 4.

De teekens $>$ en $<$ zijn die van *grooter* en *kleiner*; bijv., $8 > 2$, of $3 < 7$ wordt gelezen: 8 *is grooter dan* 2 en 3 *is kleiner dan* 7.

Voorts moet men in acht nemen,

dat $\angle$ beteekent hoek,
$\triangle$ » driehoek,
▱ » parallelogram,
▭ » regthoek,
$\square$ » vierkant of quadraat; of ook
AB^2 » quadraat of vierkant; eene figuur waarvan elke zijde de lengte van AB heeft. Men kan dus het vierkant door twee teekens te kennen geven. Heeft men, bijv., $\square$ AB, AB^2 of $(AB)^2$, zoo leest men *het vierkant op* AB of *het vierkant* AB. Bij eenig cijfer een klein cijfer 2 geplaatst, bijv. 8^2, geeft te kennen, dat 8 met zich zelve vermenigvuldigd moet worden, en dus $8^2 = 8 \times 8 = 64$.

Het *wortel-teeken* $\sqrt{}$, vóór eenige grootheid staande, duidt aan, dat men den wortel van die grootheid verlangt.

Eene kleine nul regts aan het hoofd van een getal staande, geeft te kennen, dat het graden zijn. Een streepje aan het hoofd van een getal, beteekent minuten, en twee streepjes seconden. Dus $65^\circ\ 17'\ 33''$ hebbende, geeft te kennen 65 *graden*, 17 *minuten* en 33 *seconden*.

De *minuten* en *seconden* van uren, duidt men aan door *m* en *s*, aldus geeft $11^u\ 12^m\ 14^s$ te kennen 11 *uren*, 12 *minuten* en 14 *seconden*.

Eenige verder nog in dit werk gevonden wordende teekens zullen ter plaatse, waar zij voorkomen, zoo noodig, behoorlijk verklaard worden.

EERSTE BOEK.

BEVATTENDE EENIGE NOODZAKELIJKE HERINNERINGEN UIT DE BEGINSELEN DER WISKUNDE.

EERSTE AFDEELING.

Eenige herinneringen uit de rekenkunde, en gewone en tientallige breuken.

§ 1. Wanneer men een voorwerp op zich zelf beschouwt, krijgt men een denkbeeld van *één* of eene *éénheid;* zoo is, bijv., elke pen, elk griffel, een schip, een kompas, enz. eene éénheid. Dragen eenige voorwerpen denzelfden naam, of zijn zij van eene gelijke soort, dan noemt men die, uit het oogpunt van getallenwaarde, *gelijksoortige éénheden;* zulke éénheden kunnen te zamen gedacht worden, en men bekomt alsdan eene *hoeveelheid*, *menigte* of *getal*. Eenige pennen bijeengelegd, zullen alzoo eene hoeveelheid pennen uitmaken. Voegt men bij *éénе* éénheid nog *éénе* gelijksoortige éénheid, dan bekomt men de kleinste hoeveelheid; voegt men bij deze hoeveelheid weder *éénе* gelijksoortige éénheid, dan verkrijgt men de volgende hoeveelheid; op deze wijze voortgaande, met bij elke hoeveelheid eene gelijksoortige éénheid te voegen, zal men *de hoeveelheden in de natuurlijke volgorde bekomen.* Men ziet duidelijk in, dat geene hoeveelheid zoo groot is, of er kan nog eene gelijksoortige éénheid bijgevoegd worden; alzoo bestaat er *geene grootste hoeveelheid.*

Geeft men bij eenig getal tevens den naam op, dien zijne éénheden dragen, dan heet zulk een getal *een benoemd getal.* Beschouwt men de getallen in het afgetrokkene, dat is, zonder op den naam der éénheden te letten, dan heet men zulke getallen *onbenoemde getallen.* Wanneer men eenige benoemde getallen met elkander vergelijkt, dan zal men bevinden, dat de éénheden dezer getallen gelijke of verschillende namen kunnen dragen; in het eerste geval zijn die getallen *gelijknamig* en in het tweede *ongelijknamig.*

Door de getallen zijn veelvuldige zamenstellingen en bewerkingen te verrigten; te dien aanzien kan men zich de vier volgende voorstellen:

1°. Men kan begeeren te weten, welk getal men bekomen zal, wanneer men eenige getallen, bijv., 18, 23, 29, 32, 104 en 89, te zamen voegt, of hoeveel de som van eenige getallen bedraagt?

2°. Kan men verlangen te bepalen, hoeveel men bekomt, als men, bijv. 127, tweemaal, driemaal, viermaal of meermalen te zamen neemt?

3°. Men kan het noodig oordeelen te weten, wat er overblijft, als men eenig getal, bijv. 147, met een ander, bijv. 83, vermindert? Dat is het verschil tusschen twee getallen te vinden.

4°. Kan het vraagstuk zich voordoen, om te onderzoeken, hoe dikwerf eenig getal in een ander getal begrepen is? Of ook, wat men bekomen zal, als men van eenig getal de helft, het derde deel, het vierde gedeelte, enz. neemt?

Vier hoofdvragen vallen alzoo te beantwoorden, en de bewerking van deze noemt men gewoonlijk: *optelling*, *vermenigvuldiging*, *aftrekking* en *deeling*. Alle vraagstukken der cijferkunst worden meer of min tot ééne dezer bewerkingen gebragt, en deze dragen daarom de benaming van de vier *hoofd-* of *grondregels der cijferkunst.*

§ 2. Verdeelt men eenig geheel in een aantal gelijke deelen, dan wordt één of meer dezer deelen eene *breuk* of een gebroken van dit geheel genoemd. Als men, bijv., een geheel in zeven gelijke deelen verdeelt, dan zal één dezer deelen *een zevende*, twee deelen *twee zevende*, enz., van het geheel uitmaken. Elke breuk moet, om volkomen bepaald te zijn, door twee grootheden uitgedrukt worden: ten 1°. door een getal, dat aantoont, in hoeveel gelijke deelen het geheel verdeeld is, en ten 2° door een getal, dat aanwijst, hoeveel van die deelen er door het gebroken worden voorgesteld. Het eerste getal noemt men *noemer* en het tweede *teller* der breuk; in het gebroken *drie zevende*, $\frac{3}{7}$, is dus het getal *zeven* de *noemer*, en *drie* de *teller*. Elke breuk, bijv., $\frac{5}{8}$, kan op deze wijze gelezen worden: vijf deelen van een geheel, dat in acht gelijke deelen verdeeld is, of vijfmaal een achtste deel van het geheel, of ook vijf achtste, enz.

Eene breuk zoude men ook eene *voorgestelde deeling* kunnen noemen, waardoor dan ook het min gelukkig gekozene woord *breuk* of *gebroken* zoude kunnen vervallen.

Zijn teller en noemer van eene breuk geheele getallen, en de eerste kleiner dan de tweede, dan noemt men zulk eene breuk een *eenvoudig gebroken.* Is de teller van de breuk grooter dan de noemer, als, bijvoorbeeld, $\frac{9}{7}$, $\frac{11}{9}$ of $\frac{25}{19}$ of zijn beiden gelijk als $\frac{6}{6}$, $\frac{9}{9}$, enz., zoo heet men ze *oneigenlijke gebrokens.* Dat $\frac{6}{6}$ gelijk is aan een geheel, en $\frac{9}{7}$ aan een geheel en nog twee zevende deelen, ziet ieder dadelijk in. Wanneer men heeft een derde deel van eenig geheel, dus $\frac{1}{3}$, en men verdeelt elk deel van het geheel weder in twee gelijke deelen, dan is het geheel als in zes deelen verdeeld, en $\frac{1}{3}$ wordt alsdan gelijk $\frac{2}{6}$. Zoo is, om gelijke reden, $\frac{1}{4} = \frac{2}{8} = \frac{3}{12}$ enz., en $\frac{1}{5} = \frac{2}{10} = \frac{3}{15}$, enz.

Heeft men, bijv., het gebroken $\frac{15}{20}$, dan ziet men, dat teller en noemer door 5 kunnen gedeeld worden; bewerkstelligt men deze deeling, dan bekomt men $\frac{3}{4}$, welke breuk gelijke waarde heeft als $\frac{15}{20}$. Op deze beschouwing steunt de volgende belangrijke eigenschap der breuken, waarop zoo vele herleidingen berusten: *Eene breuk verandert niet in waarde, wanneer men teller en noemer met hetzelfde getal vermenigvuldigt of deelt.* Kan de deeling van teller en noemer door hetzelfde getal plaats hebben, zoo kan men het gebroken door andere getallen uitdrukken; de grootste deeler voor teller en noemer, *grootste gemeene deeler* genoemd, doet de breuk in de kleinste getallen overgaan. Deze bewerking noemt men *vereenvoudiging der breuken.* Om een gebroken aldus in kleinere getallen voor te stellen, moet teller en noemer door hetzelfde getal gedeeld kunnen worden, en daartoe, zoo als in de cijferkunst geleerd wordt, de grootste gemeene deeler van teller en noemer gezocht en gebezigd worden.

Als breuken gelijke noemers hebben, noemt men ze *gelijknamig*, als $\frac{5}{8}$, $\frac{7}{8}$, $\frac{3}{8}$ enz., zijn de noemers ongelijk, als van $\frac{5}{7}$, $\frac{3}{8}$, $\frac{5}{12}$ enz., dan heet men zulke *ongelijknamige breuken*.

Op grond van het aangevoerde, kunnen alle ongelijknamige breuken tot gelijknamige herleid, of tot eenen gelijken noemer gebragt worden. Had men, bijv., de gebrokens $\frac{3}{4}$, $\frac{4}{5}$, $\frac{1}{3}$ en $\frac{5}{6}$, zoo bepaalt men, volgens den regel, daarover in de cijferkunst geleerd, het *kleinste gemeene veelvoud* van de gegevene noemers, d. i. het kleinste getal, waarop elk der noemers juist deelbaar is, en dat voor de noemers 4, 5, 3 en 6 het getal 60 is, en hierdoor wordt nu elk der gegevene gebrokens in andere van gelijke waarde herleid. Bijv. In de breuk $\frac{3}{4}$ wordt teller en noemer door 60 vermenigvuldigd, en vervolgens door den noemer (4) gedeeld, — of ook, men zegt: 60 door den noemer 4 gedeeld geeft 15, en hiermede teller en noemer vermenigvuldigd geeft $\frac{45}{60}$; op gelijke wijze worden alle deze breuken behandeld, en dit geeft dan:

$$\begin{array}{lccc l} \frac{3}{4} & \text{is} & \text{zooveel} & \text{als} & \frac{45}{60}, \\ \frac{4}{5} & » & » & » & \frac{48}{60}, \\ \frac{1}{3} & » & » & » & \frac{20}{60}, \\ \frac{5}{6} & » & » & » & \frac{50}{60}. \end{array}$$

Deze breuken hebben nu allen 60 tot noemer, en zijn alzoo gelijknamige breuken, en hunne som is $\frac{163}{60} = 2\frac{43}{60}$.

§ 3. Heeft men een gebroken, dat 10, 100, 1000 of eene 1 met eenige nullen tot noemer heeft, zoo geeft dit aanleiding, om die breuk in verband met ons talstelsel meer eenvoudig te schrijven. Stel, om in deze ons nader te bepalen, dat een getal, bijv. 4444, gegeven zij, zoo is, naar den aard van ons talstelsel, elk cijfer van 4444, in betrekking tot het voorgaande of het volgende, een tiende of het tienvoudige. Neemt men dus in 18495 het cijfer 4 aan, als op de plaats gesteld voor de éénheden, zoo is 9 de plaats voor de tienden van de éénheid, 5 de plaats voor de honderdsten, enz.; de laatstgenoemde cijfers, 9 en 5, worden nu in betrekking tot de eenheid, de tienden, honderdsten enz. genoemd. Door die heerlijke eigenschap van het tientallige stelsel van eene tienvoudige toeneming of een tiende in vermindering bij elken opvolgenden rang in de cijfers, heeft men slechts de plaats te bepalen van de grootheid, welke de éénheden voorstelt, en al de cijfers, die dan links van die éénheden gevonden worden, nemen telkens in eenen tienvoudigen rang toe, terwijl die, welke regts daarvan gesteld zijn, bij opvolging tienden, honderdsten, duizendsten van die der éénheid zijn. Regts van dat getalmerk, dat op de plaats der éénheden gevonden wordt, plaatst men eene comma, die dan de scheiding aanduidt tusschen de geheelen en gebroken; aan wederzijde van dit *decimale-scheidings teeken* nemen de getallen in waarde van 10 toe of af; of waar men ook in dit getal begint, zij nemen naar de linkerzijde in eenen tienvoudigen zin toe en naar de regterzijde in gelijken zin af, en hierdoor zijn dan de tienden, honderdsten en andere gebroken als tot een geheel met de geheele getallen herleid, en aan dezelfde eigenschappen van het gewone tientallige stelsel onderworpen.

In plaats, dat men nu schrijft, zoo als bij de gewone gebroken, $\frac{7}{10}$, stelt men nul als éénheid, en vervolgens de 7 aldus: 0,7, en men leest *nul geheelen en 7 tienden*. Voor 23,75 leest men 23 eenheden, 7 tienden en 5 honderdsten, of 23 geheelen en 75 honderdsten; voor 125,32032 zegt men 125 geheelen, 3 tiende deelen, 2 honderdste, 3 tienduizendste en 2 honderdduizendste deelen. Dit laatste getal zoude men onder den vorm van een gewoon gebroken ook aldus kunnen schrijven: $125 + \frac{3}{10} + \frac{2}{100} + \frac{3}{10000} + \frac{2}{100000}$, of ook in eens op deze wijze: $125\frac{32032}{100000}$.

Uit het aangevoerde is gemakkelijk te begrijpen, dat men bij de decimale breuken de noemers weglaat, *ze alleen denkt en uitspreekt, maar niet behoeft te schrijven*, als ook, dat alle dergelijke breuken gemakkelijk tot gelijke noemers kunnen worden gebragt, bijv., de breuken 0,5, 0,71, 0,315 en 3,7156 worden tot gelijke noemers gebragt, door op te merken, dat $0,5 = 0,50 = 0,500 = 0,5000$ is, enz., en mitsdien zijn de gegevene breuken achtervolgens gelijk 0,5000, 0,7100, 0,3150 en elk cijfer der gegevene breuk heeft dan 10000 tot noemer. Ook de vereenvoudiging der decimale breuken geschiedt gemakkelijk, en merkt men als op het gezigt, dat, bijv., $0,7100 = 0,71$ is, of dat $\frac{7100}{10000}$ door 100 als grootste gemeene deeler deelbaar is. Uit het laatst bijgebragte blijkt dus al dadelijk, dat de twee bewerkingen der gewone breuken, namelijk de tot gelijke noemers brenging en het vereenvoudigen der breuken bij de decimale breuken allergemakkelijkst plaats vindt.

§ 4. *Optelling* of *additie*. De optelling der tiendeelige breuken onderscheidt zich in niets van die der geheele getallen; alleenlijk drage men zorg, dat de decimale comma's onder elkander worden geplaatst. Daardoor toch komen de gelijksoortige cijfers onder elkander, als: éénheden onder éénheden, tientallen onder tientallen, maar ook tiende deelen onder tiende deelen, enz.

Heeft men, bijv., 453,5768, 7,35, 25,8 en 0,006 op te tellen, dan komt de bewerking hierop neder:

$$\begin{array}{r} 453,5768 \\ 7,35 \\ 25,8 \\ 0,006 \\ \hline \text{komt voor de som } 486,7328. \end{array}$$

Het vinden der som van eenige gewone breuken is mede aan geene groote bezwaren onderhevig. Heeft men de gelijknamige gebrokens $\frac{5}{12}$, $\frac{7}{12}$, $\frac{1}{12}$ en $\frac{11}{12}$, dan is de som $= \frac{5+7+1+11}{12} = \frac{24}{12} = 2$.

Zijn de gegevene breuken ongelijknamig, dan kan geene dadelijke vereeniging der tellers plaats hebben, maar moet eerst tot het gelijknamig maken der noemers overgegaan worden, alvorens de tellers kunnen opgeteld worden. Stel, men vraagt de som van $1\frac{3}{4}$, $\frac{7}{12}$, $2\frac{5}{6}$ en $1\frac{3}{8}$, zoo heeft men, de breuken tot gelijke noemers gebragt:

$$\begin{array}{rcl} 1\frac{3}{4} & = & 1\frac{18}{24} \\ \frac{7}{12} & = & \frac{14}{24} \\ 2\frac{5}{6} & = & 2\frac{20}{24} \\ 1\frac{3}{8} & = & 1\frac{9}{24} \end{array}$$

$$\text{de som} = 4 + \frac{18+14+20+9}{24} = 4 + \frac{61}{24} = 4 + 2\frac{13}{24} = 6\frac{13}{24}.$$

§ 5. *Aftrekking* of *substractie* der tiendeelige breuken is mede volkomen overeenstemmend met die der geheele getallen.

Om 17,5696 af te trekken van 358,054, heeft men:

$$\begin{array}{r} 358,054 = 358,0540 \\ 17,5696 \\ \hline \text{blijft tot rest } 340,4844. \end{array}$$

Om gewone breuken van elkander af te trekken, neemt men, als zij gelijknamig zijn, het verschil der tellers; ongelijknamig zijnde, worden ze eerst tot gelijknamige herleid, en alsdan op gelijke wijze behandeld. Bijv.:

Het verschil van $\frac{7}{16}$ en $\frac{3}{16}$ is $\frac{7-3}{16} = \frac{4}{16} = \frac{1}{4}$.

Het verschil van $\frac{7}{9}$ en $\frac{3}{4}$ is gelijk het verschil van $\frac{28}{36} - \frac{27}{36} = \frac{1}{36}$.

Zoo zal het verschil van $2\frac{1}{3}$ en $1\frac{7}{8}$ gelijk zijn aan $2\frac{8}{24} - 1\frac{21}{24}$. Hier

moet alzoo $\frac{8}{24}$ met $\frac{21}{24}$ verminderd worden, hetwelk ondoenlijk is; men neemt nu van de twee geheelen 1 af, verdeelt die in 24 gelijke deelen, en alsdan heeft men $2\frac{8}{24} = 1\frac{32}{24}$, welke, met $1\frac{21}{24}$ verminderd zijnde, $\frac{11}{24}$ tot rest overlaat.

§ 6. *Vermenigvuldiging* of *multiplicatie*. Bij de vermenigvuldiging van tiendeelige breuken wordt de bewerking verrigt als bij de geheele getallen, zonder op de comma eenigzins acht te slaan. *Om nu de tientallige breuk van het product te bekomen, moet men aan de regterhand, door eene comma, zoo veel getalmerken afsnijden, als er getalmerken in de breuken der beide getallen zijn, welke vermenigvuldigd moeten worden. Zijn er in het product niet genoeg getalmerken, om de afsnijding mogelijk te maken, zoo moet men dit in het product aan de linkerzijde met nullen aanvullen.*

Men vraagt om 7,35 te vermenigvuldigen met 3,75?

$$\begin{array}{r} 7,35 \\ 3,75 \\ \hline 3675 \\ 5145 \\ 2205 \\ \hline \text{geeft } 27,5625 \text{ tot product.} \end{array}$$

$$\begin{array}{lr} \text{Vermenigvuldig} & 5,73214 \\ \text{met} & 0,00003 \\ \hline \text{geeft als product} & 0,0001719642. \end{array}$$

Om de afsnijding, in dit voorbeeld, mogelijk te maken, zijn er drie nullen aan de linkerzijde bijgevoegd, en daardoor is de afsnijding van tien getalmerken mogelijk geworden.

Het afsnijden der vier cijfers van het product, in het eerste voorb. dezer §, ingevolge den opgegeven regel, is gegrond op het volgende: 7,35 is gelijk $\frac{735}{100}$, en $3,75 = \frac{375}{100}$; nu is $\frac{735}{100} \times \frac{375}{100} = \frac{275625}{10000} = 27,5625$.

Als men let op deze redenering, dan heeft men tevens de geheele bewerking der vermenigvuldiging van gewone breuken voor oogen. Zoo zal $\frac{3}{4} \times \frac{2}{3} = \frac{3 \times 2}{4 \times 3} = \frac{6}{12} = \frac{1}{2}$ zijn, en ook $1\frac{1}{2} \times 2\frac{3}{8} = \frac{3}{2} \times \frac{19}{8}, = \frac{57}{16} = 3\frac{9}{16}$.

Men heeft dus slechts *teller met teller en noemer met noemer te vermenigvuldigen, om het product van twee breuken te bekomen.*

§ 7. *Deeling* of *divisie*. De deeling der decimale breuken geschiedt almede op gelijke wijze, als die der geheele getallen. De plaatsing van het scheidingsteeken in het quotient of uitkomst is alzoo het eenige punt, dat hierbij bepaald dient te worden. Het volgende zal ons daartoe leiden. Als men, bijv., 15,80436 door 2,34 deelen moet, heeft men:

```
2,34 { 15,80436 } 6,754.
     { 14 04    }
       1764
       1638
        1263
        1170
         936
         936
           0
```

In geheele getallen zoude men derhalve tot quotient bekomen 6754. Maar bedenkt men nu, dat $15,80436 = \frac{1580436}{100000}$, en $2,34 = \frac{234}{100}$, en dus $\frac{1580436}{100000}$ gedeeld door $\frac{234}{100}$ tot antwoord geeft $\frac{6754}{1000}$, dan blijkt het, dat het verkregen quotient 1000 malen te groot is, en gevolgelijk gelijk 6,754 moet zijn. Dergelijke redenering, in 't algemeen toegepast, brengt ons tot den volgenden regel: *Bij de deeling der decimale breuken snijdt men zooveel cijfers van het quotient af, als er getalmerken in de breuk van het deeltal meer zijn, dan in die van den deeler.*

Heeft de breuk van het deeltal minder cijfers, dan die van den deeler, dan levert zulks geen bezwaar op, vermits door de achtervoeging van eenige nullen alles hersteld en de bewerking op den vorigen voet kan worden gebragt. Moest men, bijv., 7,6 door 3,752 deelen, dan kan men even goed aannemen, dat 7,600 door 3,752 gedeeld moet worden, en daardoor vallen alle moeijelijkheden weg. Als de deeling niet opgaat, zoo vermenigvuldigt men de rest met 10 of stelt achter de rest eene 0, zet de deeling voort, en het komende cijfer wordt alsdan als tienden aangemerkt, en gaat men op die wijze voort; op gelijke wijze handelt men met de resten van deeling der geheele getallen. Stel, men vraagt, om 80,8 door 16,1 te deelen, zoo heeft men:

```
16,1 { 80,8 } 5,0186.
     { 80 5 }
        300
        161
        1390
        1288
         1020
          966
           54 enz.
```

Men heeft nu de waarde van het quotient tot in tien-duizendsten bepaald; het is echter gemakkelijk, zoo dit gevraagd wordt, de deeling, met bijvoeging van nullen voort te zetten, en tot honderd-duizendste deelen of meerdere cijfers te vervolgen; de nullen, die men op die wijze heeft gesteld, moeten gerekend worden te behooren bij de breuk van het deeltal, en ook daarnaar wordt de afsnijding der decimalen in de breuk bepaald.

Heeft men $\frac{2}{5}$ te deelen door $\frac{1}{7}$, zoo kan men deze breuken tot gelijke noemers herleiden, en de deeling, als gezegd is, volbrengen. Om twee breuken tot gelijke noemers te brengen, heeft men in het algemeen: vermenigvuldig de breuken onder en boven met de wederkeerige noemers, en dit geeft voor de gegevene breuken $\frac{2}{5} \times \frac{7}{7} = \frac{2 \times 7}{5 \times 7}$ en $\frac{1}{7} \times \frac{5}{5} = \frac{1 \times 5}{5 \times 7}$; de breuken $\frac{2 \times 7}{5 \times 7}$ en $\frac{1 \times 5}{7 \times 5}$ hebben nu gelijke noemers, en men heeft dus verder niet anders te doen, dan den teller van het deeltal te deelen door den teller van den deeler, en dit geeft $\frac{2 \times 7}{5 \times 1} = \frac{14}{5}$; hetgeen aanduidt, dat het gevraagde quotient zal worden gevonden, als men de breuk, *welke als deeltal voorkomt, vermenigvuldigt met de omgekeerde breuk, welke als deeler gegeven is.* Door omgekeerde breuk verstaan wij, dat men den teller als noemer en den noemer als teller stelt, en dus voor $\frac{1}{7}$ schrijft $\frac{7}{1}$.

Om de breuk $\frac{\frac{3}{4}}{\frac{1}{2}}$ tot eene gewone breuk te herleiden, behoeft men slechts op te merken, dat de gegevene breuk niets anders voorstelt, dan dat men $\frac{3}{4}$ deelt door $\frac{1}{2}$, en dus $\frac{\frac{3}{4}}{\frac{1}{2}} = \frac{3}{4} : \frac{1}{2} = \frac{3}{4} \times \frac{2}{1} = \frac{6}{4} = 1\frac{1}{2}$. Even zoo is $\frac{2\frac{1}{2}}{3\frac{2}{5}} = 2\frac{1}{2} : 3\frac{2}{5} = \frac{5}{2} : \frac{17}{5} = \frac{5}{2} \times \frac{5}{17} = \frac{25}{34}$.

§ 8. *Herleiding van gewone in tiendeelige breuken en omgekeerd.* Dit wil eigenlijk zeggen, dat men eene gegevene breuk in eene andere wil herleiden, die 10, 100 of 1000, enz., tot noemer heeft. Te dien einde vermenigvuldigt men de breuk met 10, of 10×10 of 10×100, en deelt daarna weder het product door 10, of 10×10 of 10×100, enz. Bijv., stel men wil $\frac{3}{5}$ in eene decimale breuk veranderen, zoo heeft men, naar het aangevoerde, $\frac{3}{5} \times 10 = \frac{30}{5} = 6$, en dit door 10 gedeeld geeft $\frac{6}{10}$ en dus $\frac{3}{5} = \frac{6}{10}$, of, naar de schrijfwijze der decimale breuken $\frac{3}{5} = \frac{6}{10} = 0,6$. Om $\frac{112}{250}$ te herleiden, heeft men $\frac{112}{250} \times 1000 = \frac{112000}{250} = 448$, en derhalve $\frac{112}{250} = \frac{448}{1000} = 0,448$. Even zoo is $\frac{1}{2} = 0,5$, $\frac{5}{8} = 0,625$ en $\frac{3}{16} = 0,1875$. Om $\frac{7}{11}$ tot eene decimale breuk te maken, heeft men $\frac{7}{11} \times 100 = \frac{700}{11} = 63\frac{7}{11}$; de deeling gaat niet op, men krijgt $\frac{7}{11}$ tot rest, of, bij herhaling zonder einde, 63, en men heeft dus $\frac{7}{11} = 0,63$ enz., of ook $= 0,6363$ enz. Bij herhaling bekomt men hier de cijfers 63; een zoodanig gebroken wordt *repeterende tiendeelige breuk* geheeten. Men neemt in dergelijke breuken tot zoo vele cijfers, als men verlangt, dat zich de naauwkeurigheid moet uitstrekken.

§ 9. Om tiendeelige of decimale breuken tot gewone breuken te herleiden, schrijft men de opgegevene breuk slechts als eene gewone breuk, en vereenvoudige die zoo mogelijk. Bijv. $0,5 = \frac{5}{10} = \frac{1}{2}$, $0,25 = \frac{25}{100} = \frac{1}{4}$, $2,125 = 2\frac{125}{1000} = 2\frac{1}{8}$. Bij eene repeterende breuk neemt men zoo vele getalmerken, als men wenscht, dat zich de naauwkeurigeid zal uitstrekken, of ook men neme den repetent tot teller, en men zet zoo vele negens tot noemer, als men getalmerken in den teller heeft. Bijv. 0,6363 enz., te herleiden, neemt men $\frac{63}{99} = \frac{7}{11}$, 0,0909 enz. = 0,09 enz. of $\frac{09}{99} = \frac{1}{11}$, 0,6 enz. $= \frac{6}{9} = \frac{2}{3}$, enz.

Soms is echter de vraag, om een gedeelte van een zeker geheel, of eenige breuk tot eene andere breuk te herleiden, welke eenen bepaalden noemer heeft. Te dien einde vermenigvuldigt men de breuk met den gegeven noemer, en stelle die als noemer onder het komende product. Om $\frac{64}{100}$, bijv., in eene breuk van gelijke waarde te herleiden, die 144 tot noemer heeft, zoo vermenigvuldigt men de gegevene breuk met 144, en deelt het komende product door 144. Dit geeft: $\frac{0,64 \times 144}{144} = \frac{92,16}{144}$ of nagenoeg gelijk $= \frac{92}{144}$.

§ 10. Somtijds komen er nog andere herleidingen bij de berekeningen der zeevaartkundige vraagstukken voor, van welke wij eenige hier zullen vermelden.

1°. Om 0,324ste gedeelte van eenen dag, of $0^d,324$, tot uren en minuten enz. te maken, vermenigvuldigt men de breuk met 24; men bekomt dan 24ste deelen van een' dag, of uren en decimale deelen van een uur; door de decimale van een uur weder met 60 te vermenigvuldigen, krijgt men minuten, enz. Bijv. $0^d,324 \times 24 = 7^u,776$, hetgeen zegt, dat $0^d,324$ gelijk is aan 7^u en $\frac{776}{1000}$ van een uur; op gelijke wijze zal $0^u,776 \times 60 = 46^m,56$ en $0^m,56 = 33^s,6$ bevonden worden, en alzoo is $0^d,324 = 7^u\,46^m\,33^s,6$.

2°. Verlangt men 36 graden en 125 duizendste van een' graad, of $36^\circ,125$, in graden, minuten en seconden uit te drukken, dan heeft men alleen $0^\circ,125$ met 60 te vermenigvuldigen, op de plaatsing van het scheidingsteeken acht te geven, en verder de bekomene decimale deelen op nieuw met 60 te vermenigvuldigen, ten einde de minuten tot seconden te maken. Alzoo zal men bevinden: $0^\circ,125 \times 60 = 7',5$, en $0',5 \times 60 = 30''$, en de uitdrukking $36^\circ,125$ wordt dus $36^\circ\,7'\,30''$.

3°. Om minuten en seconden, of onderdeelen van graden, tot decimale deelen van graden te herleiden, merkt men op, dat een graad $= 6 \times 10$ of 60 minuten is, en dit toont aan, dat 6' gelijk is aan *één tiende* van eenen graad, hieruit volgt dus, dat men *de minuten slechts door 6 behoeft te deelen, om decimale deelen van graden te bekomen.* Om dus 42' tot deelen van graden te herleiden, heeft men $42' : 6 = 0^\circ,7$. Op gelijke wijze wordt $16^\circ\,34'\,48'' = 16^\circ\,34',8 = 16^\circ,58$. Om minuten en seconden tot deelen van uren te herleiden, handelt men op gelijke wijze, bijv. $0^u\,48^m = 0^u,8$; $1^u\,22^m\,12^s = 1^u\,22^m,2 = 1^u,37$.

§ 11. Wij zullen hier *eenige voorbeelden* doen volgen, die tot nadere oefening kunnen dienen.

1. Tel te zamen: 9,37; 0,5; 0,07; 6,1; 3,777; 16,909 en 25,003. *Antw.* 61,729.
2. Hoe veel is de som van 0,6; 0,75; 0,609; 0,9; 0,775 en 0,697? *Antw.* 4,331.
3. Vind het verschil van 16,897 en 25,123. *Antw.* 8,226.
4. Hoe veel is 1,234—0,93; en 7,25—1,7625? *Antw.* 0,304 en 5,4875.
5. Vermenigvuldig 67,25 met 3,4; en 1,025 met 12,3. *Antw.* 228,65 en 12,6075.
6. Hoe veel is het product van 342,952 en 0,06798? *Antw.* 23,31387696.
7. Deel 7547,25 door 34,7 en 769,5 door 22,5. *Antw.* 217,5 en 34,2.
8. Wat komt er, als gij 186,88995 door 31,05 deelt? *Antw.* 6,019.
9. Tel te zamen $4\frac{2}{5}$, $6\frac{1}{5}$ en $8\frac{4}{5}$. *Antw.* $19\frac{2}{5}$.
10. Hoe veel is de som van $8\frac{7}{12}$, $9\frac{5}{16}$ en $40\frac{3}{8}$? *Antw.* $58\frac{13}{48}$.
11. Hoe veel is $\frac{7}{12}$ min $\frac{3}{7}$ en $6\frac{1}{2}$ min $4\frac{11}{12}$? *Antw.* $\frac{13}{84}$ en $1\frac{7}{12}$.
12. Vermenigvuldig $\frac{5}{12}$ met $\frac{1}{3}$ en $3\frac{2}{5}$ met $5\frac{2}{3}$. *Antw.* $\frac{5}{36}$ en $19\frac{4}{15}$.
13. Deel $\frac{5}{12}$ door $\frac{3}{16}$ en $18\frac{8}{9}$ door $13\frac{1}{3}$. *Antw.* $2\frac{2}{9}$ en $1\frac{5}{12}$.
14. Breng $\frac{5}{8}$ en $\frac{7}{16}$ tot tiendeelige breuken. *Antw.* 0,625 en 0,4375.
15. Hoe veel is 0,71875 tot 32ste deelen, en 0,3697 tot 113de deelen? *Antw.* $\frac{23}{32}$ en $\frac{42}{113}$.
16. Verander $0^d,532$ in uren en minuten. *Antw.* $12^u\,46^m,08$.
17. Welke is de waarde van $0^\circ,231$ en $15^\circ,312$ in minuten en seconden? *Antw.* $13'\,51'',6$ en $15^\circ\,18'\,43'',2$.
18. Welk deel van een uur maken 42^m, als ook $51^m\,36^s$? *Antw.* $0^u,7$ en $0^u,86$.
19. Hoe veel bedraagt de som en ook de halve som van $43^\circ\,55'\,10''$, $42^\circ\,16'\,8''$ en $70^\circ\,8'\,23''$? *Antw.* De som is $156^\circ\,19'\,41''$ en de halve som $= 78^\circ\,9'\,50'',5$.
20. Hoe veel is de som en halve som van: $19^\circ\,8'\,8'',6$; $57^\circ\,17'\,56'',9$ en $75^\circ\,39'\,1'',7$, en welke is de rest, als men van die halve som den laatsten boog aftrekt? *Antw.* De som $= 152^\circ\,5'\,7'',2$, de halve som $= 76^\circ\,2'\,33'',6$ en de rest $= 0^\circ\,23'\,31'',9$.

21. Hoe veel tijdsverschil is er tusschen $9^u\,18^m\,36^s$ en $11^u\,5^m\,42^s$? *Antw.* $1^u\,47^m\,6^s$.

22. Hoe veel is de verloopene tijd tusschen 's morgens ten $10^u\,18^m\,25^s$ en des namiddags ten $1^u\,15^m\,18^s$? *Antw.* $2^u\,56^m\,53^s$.

23. Welk is de uitkomst als men $\frac{1}{5}$ min 0,03 door $1\frac{1}{2}$ deelt? *Antw.* $\frac{17}{150}$.

24. Welk is het product, als men de som der breuken $1\frac{7}{8}$ en $\frac{3\frac{1}{2}}{\frac{1}{2}}$ met $\frac{\frac{3}{4}}{\frac{1}{9}}$ vermenigvuldigt? *Antw.* $59\frac{29}{32}$.

TWEEDE AFDEELING.

Over den Quadraat- of Vierkantswortel.

§ 12. Als men eenige grootheid met zich zelve vermenigvuldigt, wordt het product het vierkant, quadraat of de 2e magt, van die grootheid genoemd. Als men, bijv., 8 met 8 vermenigvuldigt, is het product 64 het vierkant of de 2e magt van 8. Het vinden van den tweeden magts- of vierkantswortel bestaat hierin, dat men van een gegeven vierkant of quadraat-getal, het getal vinde, uit welks vermenigvuldiging met zich zelf het quadraat-getal voortkomt. Heeft men, bijv., $7 \times 7 = 49$, $6 \times 6 = 36$, zoo zijn 49 en 36 de tweede magten van de getallen 7 en 6; is eene grootheid op die wijze drie, vier malen, enz., met zich zelve vermenigvuldigd, zoo noemt men de producten de *derde*, *vierde* magt, enz., van die grootheden; aldus is $2 \times 2 \times 2 = 8$ en $3 \times 3 \times 3 \times 3 = 81$. In plaats van de 2 drie malen te herhalen, schrijft men ter bekorting $2^3 = 8$ en even zoo $3^4 = 81$, en zegt men: 8 is de 3de magt van 2, enz. In dergelijke uitdrukking, als in $8^2 = 64$, hebben elk der drie grootheden, hierin voorkomende, eene eigene benaming; de 8 heet *wortel*, de 2 *exponent* en de 64 *magt*, en deze is hier de tweede magt van 8, omdat de exponent 2 is. Als men x als eene te zoeken grootheid aanneemt, kan men zich voorstellen de volgende vragen op te lossen:

1°. $9^2 = x$.
2°. $x^2 = 81$.
3°. $9^x = 81$.

In 1°. is de wortel en de exponent gegeven, en vraagt men naar de magt; de bewerking, om die magt te vinden, heet *magtsverheffing;* zij wordt volbragt, door den wortel, zoo veel malen met zich zelven te vermenigvuldigen, als de exponent groot is.

In het 2e geval geeft men de magt en den exponent van den wortel, en vraagt men naar den wortel; die bewerking of het zoeken van den wortel noemt men *wortel-trekking.*

In het 3e geval geeft men de magt en den wortel, en vraagt men tot welke magt een zeker gegeven getal verheven moet worden, om eene bepaalde magt te erlangen.

§ 13. Als de 2e magt van eenig getal uit één of twee getalmerken bestaat, heeft de wortel niet meer dan één getalmerk, en deze zijn allen in het volgende tafeltje vervat:

Van	het	vierkant	1	is	1	de	wortel.
»	»	»	4	»	2	»	»
»	»	»	9	»	3	»	»
»	»	»	16	»	4	»	»
»	»	»	25	»	5	»	»
»	»	»	36	»	6	»	»
»	»	»	49	»	7	»	»
»	»	»	64	»	8	»	»
»	»	»	81	»	9	»	»

zoodat al de wortels, waarvan de vierkanten niet meer dan twee cijfers hebben, in het bovenstaande tafeltje begrepen zijn.

§ 14. Als eene 2e magt meer dan twee getalmerken heeft, zullen elke twee getalmerken één cijfer, en zoo er nog een enkel overblijft, zal die ook nog een getalmerk in den wortel geven.

Om den vierkantswortel uit eenig getal te vinden, bijv., uit 625, snijdt men, van de regterhand beginnende, twee getalmerken af; zoo als hier 25; men vraagt eerst den naast kleineren wortel van het eerste getal 6, welke 2 is; stelt deze als wortel en trekt dan de 2e magt van 2 of het vierkant 4 af van 6, hetgeen, in ons voorb., 2 tot rest geeft. Stel nu achter de overgeblevene 2 de beide afgesnedene getalmerken 25 en verdubbel den gevondenen wortel 2, dit geeft 4; men neemt dit getal aan als deeler, mits den laatsten cijfer van het deeltal weglatende, en vraagt hoeveel maal de 4 in de beide voorste (22) is begrepen; het antwoord 5 maal, stelt men in den wortel achter het eerste cijfer (2), en achter zijn verdubbelde (4), hetwelk 45 maakt; vermenigvuldig dan deze 45 met de laatst gevondene 5, en het product 225, gelijk het bovenstaande zijnde, geeft te kennen, dat 25 de vierkantswortel van 625 is; als men 25 met 25 multipliceert, geeft zulks het getal 625 terug.

$$\begin{array}{rl} & \sqrt{6 \mid 25} = 25. \\ 2 \times 2 = & 4 \\ \hline & 225 \\ 45 \times 5 = & 225 \\ \hline & 0 \end{array}$$

Om den vierkantswortel van 4225 te vinden, deelt men het getal weder eerst van twee tot twee getalmerken af, en vraagt den naast kleineren wortel van 42, welke 6 is; trek dan zijn vierkant 36 van 42, waarna 6 overschiet, hier achter de overige 25, komt 625; men stelt het dubbele des gevondenen wortels 6, of 12, ter zijde van 62, en vraagt hoeveel maal 12 in 62 gaat; het antwoord is 5, die men achter den gevondenen wortel 6 stelt, en te zamen 65 voor den vierkantswortel geeft; want 5 ook achter 12 gesteld, en deze 125 met 5 vermenigvuldigd, geeft het laatst aanwezige getal 625.

$$\begin{array}{rl} & \sqrt{42 \mid 25} = 65. \\ 6 \times 6 = & 36 \\ \hline & 625 \\ 125 \times 5 = & 625 \\ \hline & 0 \end{array}$$

Om den vierkantswortel uit getallen te vinden, die meer dan 4 getalmerken hebben, volge men nu dezen

Regel. *Deel het gegevene getal, bij de éénheden beginnende, in vakken van twee cijfers af; bij de geheele getallen gaat die verdeeling van twee tot twee getalmerken naar de linker- en bij de decimale breuken naar de regterzijde voort. Neem eerst den vierkantswortel van het eerste getal of vak en trek het vierkant of quadraat daarvan af van het eerste vakje; stel den gevondenen wortel als eerste getalmerk van den gezochten wortel. Stel verder, om de overige getalmerken te vinden, achter de rest het volgende vak; deel dan het nieuw bekomene getal door het dubbele van den reeds gevondenen wortel, onder voorwaarde, dat het laatste cijfer van het deeltal buiten rekening worde gelaten, en het quotient der deeling achter den deeler gevoegd en met dien als één deeler beschouwd moet worden. Gemeld quotient geeft het tweede getalmerk van den begeerden wortel, en daarmede den deeler vermenigvuldigende, trekt men het product van het deeltal af, en voegt achter de rest het volgende vak of de twee volgende getalmerken. Dan moet dit nieuwe deeltal op gelijke voorwaarde als het vorige door het tweevoudige van den wortel gedeeld worden, hetwelk zoo lang wordt herhaald, als er getalmerken in het opgegevene getal over zijn. Loopt de worteltrekking op die wijze niet ten einde, zoo kan men deze voortzetten, door telkens twee nullen als volgend vakje te plaatsen, of, als men eene decimale breuk had, telkens daarvan twee getalmerken bij de opvolgende resten te voegen. De worteltrekking wordt op die wijze zoo lang voortgezet, als men begeert, dat zich de naauwkeurigheid van den wortel zal uitstrekken.*

Men vraagt $\sqrt{76176}$, d. i. den vierkantswortel uit 76176?

Het gegevene getal wordt van de 6, of van de eenheden af, in vakken van twee cijfers verdeeld; hierdoor krijgt men in het laatste vak aan de linkerhand slechts één cijfer, en verder heeft men, naar den gegevenen regel:

$\sqrt{7/61/76} = 276$ als wortel,

2 × 2 4
361
2 × 2 47
329 men trekke 329 van 361
3276
27 × 2 546
3276 het getal 3276 afgetrokken van 3276
geeft 0 tot rest.

De naast kleinere wortel uit 7 is 2, en de 2^e magt van 2 of 4 van 7 geeft 3 tot rest; hierbij het eerste vak gevoegd, geeft 361. Nu is de vraag: hoe veel malen gaat het tweevoudige van de gevondene 2 in 36? Dit zoude 9 geven; deze 9 achter 4 gevoegd en met 9 vermenigvuldigd, geeft $49 \times 9 = 441$, dat te groot is, om afgetrokken te worden van 361; men neemt dus niet 9, maar één of twee éénheden minder, totdat, na de multiplicatie, het komend product van 361 kan worden afgetrokken, dit heeft plaats als men 47×7 neemt. De 7 wordt dus het tweede getalmerk in den wortel, bij de rest wordt het volgende vak (76) gevoegd, het tweevoudige van 27 genomen, en de geheele bewerking verder naar den gegevenen regel voortgezet en voleind.

§ 15. Men vraagt den vierkantswortel uit de volgende getallen?

256	*Antw.*	16
2304	»	48
20736	»	144
186624	»	432
416025	»	645
9628609	»	3103
263932516	»	16246
3392946001	»	58249
207936912001	»	456001.

§ 16. Om den wortel uit eene breuk te vinden, moet men eerst den wortel uit den teller zoeken, en dan uit den noemer, en den laatsten wortel onder den eersten stellende, heeft men den wortel uit de breuk, bijv.:

De 2^e magtswortel van $\frac{4}{9}$ is $\frac{2}{3}$

» $\frac{9}{16}$ » $\frac{3}{4}$

» $\frac{144}{625}$ » $\frac{12}{25}$.

§ 17. Als men den wortel uit eenig getal volkomen kan trekken, zegt men, dat het getal *meetbaar* is; aldus is $\sqrt{25} = 5$ en 5 een *meetbaar* of *rationaal* en $\sqrt{6} = 2$ enz. de 6 een *onmeetbaar* of *irrationaal* getal.

Tot hiertoe hebben wij alleen den wortel gezocht uit meetbare getallen, dat is uit zulke, welke volkomene wortels hebben; de meeste getallen echter zijn irrationaal, en weinige getallen komen er in het gebruik voor, welke volkomene wortels hebben, en van zulke kunnen de wortels niet anders dan bij benadering of in tiendeelige breuken gevonden worden.

Als men tiendeelige breuken tot de 2^e magt brengt, dat is, met zich zelve vermenigvuldigt, moeten de tiende deelen honderdsten voortbrengen, en de honderdsten geven tienduizendste deelen, enz., *zie de Multip.* § 6. Derhalve zullen *tiende deelen* wortels van *honderdsten* zijn, en het quadraat *tienduizendste deelen* hebbende, heeft de wortel *honderdsten* enz. Uit deze aanmerking volgt, dat men bij benadering de wortels van getallen, die geene meetbare wortels hebben, in tiendeelige breuken, zeer nabij kan bekomen. Bijv., den vierkantswortel uit 6 begeerende, is deze meer dan 2 en minder dan 3. Om dan dien wortel in eene tiendeelige breuk ten naastenbij te bepalen, trekt men uit 6 den naast kleineren wortel, dit geeft 2 en laat 2 tot eerste rest; hier achter twee nullen gevoegd en eene comma achter de 2 in den wortel gesteld hebbende, gaat men nu verder voort met de worteltrekking, zoo als boven in den regel voor de worteltrekking is opgegeven, en men heeft:

$\sqrt{6} = 2{,}449$ enz.

	$\cdot 4$
	200
2×2	44
	176
	2400
24×2	484
	1936
	46400
244×2	4889
	44001
	2399 enz.

Deze wijze, om de wortels van onmeetbare getallen te vinden, wordt het zoeken bij *benadering* genoemd, omdat de bewerking niet eindigt, en men dus nimmer den wortel in eene bepaalde breuk kan vinden; echter kan men, door eene gedurige bijvoeging van nullen en voortzetting der berekening, de waarde van den wortel, tot op een honderdduizendste, of kleiner gedeelte, bekomen.

Dus is $\sqrt{30} = 5{,}4772$ ten naasten bij,
$\sqrt{389574} = 624{,}15863$ ten naasten bij en
$\sqrt{0{,}007947} = 0{,}08914$ » » ».

DERDE AFDEELING.

Eenige opgaven aangaande de Algebra of Stelkunst, van de vergelijkingen, evenredigheden en reeksen.

1°. *Korte aanwijzingen uit de algebra.*

§ 18. Het gebeurt dikwerf, dat men over den toestand der grootheden in het algemeen redeneert, zonder daarbij op hare getallenwaarde zelve acht te geven. Zegt men, bijv.: drie grootheden bij elkander geteld geven eene vierde grootheid tot som, zoo kan men die grootheden te kennen geven of voorstellen door letters, en de eerste a, de tweede en derde b en c, en de som d noemende, heeft men voor deze vraag:

$$a + b + c = d.$$

Zoodanige voorstelling wordt *stelkundig* of *algebraïsch* schrift en het geheel eene *stelkundige uitdrukking* geheeten. Moet men a met b verminderen, en is de rest d, zoo heeft men $a - b = d$. Heeft men a met a, of b met b en b te vermeerderen, zoo schrijft men: $a + a = 2a$, en $b + b + b = 3b$. De getallen 2 en 3, welke hier aanduiden, hoe dikwerf men de grootheden a en a, als ook die van b bij elkander moet tellen, dragen in de algebra den naam van *coëfficient*.

§ 19. Als men a met b moet vermenigvuldigen, schrijft men de letters met het teeken van multiplicatie naast elkander of ook zonder iets daar tusschen; bijv. $a \times b$ of ab zegt, dat a en b met elkander vermenigvuldigd moeten worden. Moet a met a en nog eens met a vermenigvuldigd worden, zoo heeft men $a \times a \times a = aaa$; dat men, zoo als bij de magtsverheffing in § 12 is gezegd, ook aanduidt door a^3. Het kleinere cijfer, regts aan het hoofd van a gesteld, wordt *exponent* genoemd, en geeft te kennen, dat a drie malen met zich zelve vermenigvuldigd of tot de 3e magt verheven moet worden.

Stel $a = 2$, $b = 5$, $c = 4$ en $d = 3$; als men nu het product dezer grootheden vraagt, heeft men $a \times b \times c \times d = abcd = 2 \times 5 \times 4 \times 3 = 120$. De letters a, b, c en d worden *factoren* en de 120 de waarde van het product geheeten.

§ 20. De vraag: hoe veel malen eene grootheid in eene andere vervat is, leidt ons tot de leer der deeling. Het teeken van deeling is twee punten (:) tusschen deeltal en deeler, of ook men schrijft den deeler onder het deeltal; aldus heeft men, om a door b te deelen, $a : b$ of $\frac{a}{b}$. De deeling is volkomen, of onvolkomen; in het eerste geval heeft men een geheel tot antwoord en de deeling is mogelijk; in het tweede geval gaat de deeling niet op en is dan onvolkomen. Aldus is $ab : b = \frac{ab}{b} = a$ en $b : c = \frac{b}{c}$, en dit geeft tevens de voorstelling van eene stelkundige breuk. In $ab : b$ heeft men a tot quotient; want b met a vermenigvuldigd, geeft weder ab.

§ 21. Het is nuttig, tot regt begrip van het stelkundig schrift, om de algebraïsche uitdrukkingen in getallenwaarden te kunnen overbrengen of de slotwaarde daarvan te kunnen bepalen. Stel $a = 8$, $b = 4$ en $c = 2$; de waarde der volgende uitdrukking te kennen?

$$\frac{a}{b} + a^2 - b + \frac{ab}{2} + a\,(b - c) = x.$$

De gestelde waarde der letters in de plaats nemende, heeft men voor de hier gegevene stelkundige of algebraïsche uitdrukking de volgende in getallen, die door de toepassing der gewone grondregelen der cijferkunst gemakkelijk de waarde van x laat vinden, bijv.:

$$\frac{8}{4} + 8^2 - 4 + \frac{8 \times 4}{2} + 8\,(4 - 2) = x,$$

$$\text{of}\quad 2 + 64 - 4 + 16 + 8 \times 2 = 94.$$

Stel gegeven $(a + b)\ (a - b) = x$,
$(a + b) \times a - b = x$,
$(a + b) - (a - b) = x$,
en $(a + b) + a - b = x$.

Als nu in elke dezer uitdrukkingen $a = 8$ en $b = 2$ gesteld wordt, zoo vraagt men in elk de getallenwaarde van x te vinden. *Antw.* x wordt opvolgend gelijk 60, 78, 4, en in de laatste uitdrukking 16.

Laat $a = 2$, $b = 3$ en $c = 4$ zijn, zoo vraagt men de grootte van x in de volgende opgaven:

3°. Stel, gegeven: $9a + 9b + c^3 = x$? Komt $x = 109$.

4°. Gegeven: $3ab - c + a^2 b^3 = x$? Komt $x = 122$.

5°. $3(a + b) + c^2 = x$? Komt $x = 31$.

6°. Stel $a = 1$, $b = 7$ en $c = 4$; de waarde van $3(a + b) \times abc = x$ te vinden? Komt $x = 672$.

7°. Is gegeven: $2a(a + b)c^3 = x$; de waarde der letters als in 6°; komt $x = 1024$.

8°. Stel de waarde der letters als in N°. 6, en dat gegeven is $3a + a^3 + b^2 - 2b - 3c + c^3 = x$; zoo wordt $x = 91$.

§ 22. Om $c - a + b$, $a - 2b$, $-c + 2a$ en $2b + 3a + 2b$ op te tellen, of deze uitdrukkingen tot één geheel te brengen, *plaatst men de gelijke letters naar rang van het alphabet met hunne teekens onder elkander, en brengt vervolgens de gelijknamige grootheden, met inachtneming harer teekens, tot één geheel.* Heeft eene grootheid geen teeken, zoo als bij het begin eener uitdrukking kan plaats hebben, zoo moet men aannemen, dat die grootheid het plus-teeken vóór zich heeft. Volgens den gegeven regel moeten de opgegevene grootheden op de volgende wijze onder elkander geschikt en tot een geheel gebragt worden:

$$\begin{array}{l} -a + b + c \\ a - 2b \\ 2a \ldots\ldots - c \\ 3a + 4b \\ \hline 5a + 3b. \end{array}$$

Deze som heeft men verkregen, door op te merken, dat de termen $-a$, $+a$, $+2a$ en $+3a$ tot één geheel gebragt, gelijk zijn aan $6a - 1a = 5a$; even zoo is $+b$, $-2b$ en $+4b$ gelijk $5b - 2b = 3b$, en gaat $+c$ tegen $-c$ op.

Moet eene stelkundige uitdrukking afgetrokken worden van eene andere, *zoo schrijft of denkt men den aftrekker slechts met omgekeerde teekens achter of onder de andere, en beschouwt het geheel dan als eene optelling of uitdrukking, die men vervolgens, zoo veel mogelijk, tot een meer eenvoudig geheel brengt.* Om dus $3ab + c - e$ te verminderen met $ab - c$, heeft men slechts te schrijven:

$$\begin{array}{l} 3ab + c - e \\ -ab + c \\ \hline 2ab + 2c - e. \end{array}$$

en dit geeft:

§ 23. Moet men het verschil tusschen a en b of a min b hebben, zoo is dit verschil gelijk aan $a - b$; moet men a verminderen met $-b$, zoo heeft men $a - (-b) = a + b$. Minus $-b$ zegt hier, dat b in eenen tegenovergestelden toestand is als $-b$.

Die tegenovergestelde toestanden, waarin de grootheden kunnen voorkomen, zijn velen; zoo kan men, bijv., zeggen: Eene plaats A ligt op noorderbreedte en B op zuiderbreedte; noemt men nu de noorder de positieve-breedte, zoo is de zuider of tegenovergestelde de negatieve breedte; wordt het oostzeilen positief geheeten, zoo is het westzeilen negatief, enz.

§ 24. Moet eene veelledige stelkundige uitdrukking met eene andere uitdrukking vermenigvuldigd worden, *zoo vermenigvuldigt men achtervolgens alle termen van de eene met de achtereenvolgende termen van de andere uitdrukking, en geeft men aan elk komend product het + teeken, als de factoren beide + of beide — voor zich hebben; doch is de eene factor met + en de andere met — aangedaan, zoo is het product —, d. i. het product is + als beide factoren gelijke teekens hebben, en — als die teekens ongelijk zijn. De gedeeltelijke producten, welke men op die wijze verkrijgt, worden vervolgens naar hunne teekens tot één geheel gebragt.*

Stel, men vraagt, om $a - b$ met $c - d$ te vermenigvuldigen, zoo heeft men:

$$\begin{array}{l} a - b \\ c - d \\ \hline ac - bc \ldots\ldots (A) \\ -ad + bd \ldots\ldots (B) \\ \hline ac - ad - bc + bd. \end{array}$$

In (A) heeft men het product van $a - b$ met c, en dit gaf $ac - bc$, en even zoo heeft men in (B), dat van $a - b$ met $-d$, en dit is $-ad + bd$; dit alles tot één gebragt, geeft het gezochte product.

Vermenigvuldig $2a - b^2 - ac$ met $3b - a^2$?

$$\begin{array}{l} 2a - b^2 - ac \\ 3b - a^2 \\ \hline 6ab - 3b^3 - 3abc \\ -2a^3 + a^2 b^2 + a^3 c \\ \hline -2a^3 + a^3 c + a^2 b^2 + 6ab - 3abc - 3b^3. \end{array}$$

In deze heeft men: $(2a - b^2 - ac) \times 3b = 6ab - 3b^3 - 3abc$ en op gelijke wijze zijn al de gedeeltelijke producten gevonden en eindelijk tot een geheel gebragt.

§ 25. De regel, om eene veelledige uitdrukking door eene andere te deelen, is: *Schik zoo wel den deeler als het deeltal overeenkomstig het alphabet en naar eene afdalende orde van de exponenten; deel vervolgens den eersten term van den deeler op den eersten term van het deeltal; vermenigvuldig den deeler met deze eerste uitkomst, en trek het product af van het deeltal: de eerste term van het overschietende des deeltals wordt weder op nieuw door den eersten term van den deeler gedeeld, en met het tweede gedeelte van de uitkomst wordt de deeler op nieuw vermenigvuldigd en het product van het deeltal afgetrokken. Op die wijze gaat men voort, tot dat er niets overschiet. Komt men echter tot eenen term, bij welke die opvolgende deelingen niet meer kunnen worden voortgezet, dan geeft dit te kennen, dat de deeling niet opgaat, en men plaatst het overschietende deel als teller en den deeler als noemer, of als eene stelkundige breuk achter de uitkomst.*

Er wordt gevraagd, om $6a^3 b - 2a^4 bc + 6a^3 c - b^2 c - 2a^4 b^2 - 12a^5 + 4a^6 b + 2a^2 b^2 - b^3$ te deelen door $-c - b + 2a^2$?

Na alles zooveel mogelijk naar letter en exponent geordend te hebben, heeft men:

$$\begin{array}{l}
\textit{Deeler.} \qquad\qquad\qquad\qquad \textit{Deeltal.} \qquad\qquad\qquad\qquad \textit{Uitkomst.}\\
2a^2\text{-}b\text{-}c\,/\,4a^6b\text{-}2a^4b^2\text{-}2a^4bc\text{-}12a^5+6a^3b+6a^3c+2a^2b^2\text{-}b^3\text{-}b^2c\,/\,2a^4b\text{-}6a^3+b^2.\\
\qquad\;\; \underline{4a^6b\text{-}2a^4b^2\text{-}2a^4bc} \ldots (A)\\
\qquad\qquad\qquad\qquad\quad \underline{\text{-}12a^5+6a^3b+6a^3c} \ldots (B)\\
\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad \underline{+2a^2b^2\text{-}b^3\text{-}b^2c} \ldots (C)\\
\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad 0
\end{array}$$

De eerste term $4\,a^6\,b$ van het deeltal, gedeeld door $2\,a^2$, de eerste term van den deeler, geeft $2\,a^4\,b$, waarmede de geheele deeler wordt vermenigvuldigd, en dit geeft het product (A), welk product van het deeltal afgetrokken wordt. Op gelijke wijze gaat men voort met de overige deelingen, telkens de vraag doende: hoeveel malen gaat $2\,a^2$ op de eerste grootheid der rest? Dit geeft bij opvolging *de deelen der uitkomst* en na de multiplicatiën de producten (B) en (C), waarna de deeling vervolgens, zoo als blijkbaar is, zonder rest ten einde loopt.

Wordt nog gevraagd, om $a^3 - c^3$ door $a + b$ te deelen?

$$\begin{array}{l}
a+b\,/\,a^3 - c^3\;/\,a^2 - a\,b + b^2 + \dfrac{-\,b^3 - c^3}{a+b}.\\
\qquad\;\; \underline{a^3 + a^2\,b}\\
\qquad - a^2\,b - c^3\\
\qquad \underline{- a^2\,b - a\,b^2}\\
\qquad + a\,b^2 - c^3\\
\qquad \underline{+ a\,b^2 + b^3}\\
\qquad -\,b^3 \;- c^3
\end{array}$$

Zie voor meer uitvoerige verklaring van dit onderwerp en voorbeelden ter oefening de 1e Afdeeling van *de Gronden der Zeevaartkunde.* (1)

2°. *De Vergelijkingen.*

§ 26. Reeds meermalen hebben wij van het teeken $=$ gebruik gemaakt: het duidt aan, dat twee uitdrukkingen, hoe ook op zich zelve zamengesteld, in waarde aan elkander gelijk zijn. Aldus zijn $8 \times 2 = 16$, $a \times b = d$, $(a + b + c)\,d = a\,d + b\,d + c\,d$, enz., reken- en stelkundige uitdrukkingen, die eene volmaakte gelijkheid van twee uitdrukkingen aanduiden, en *vergelijkingen* genoemd worden. In deze wordt 8×2, als ook $a \times b$, het eerste lid, en 16 en d enz., het tweede lid der vergelijking genoemd.

Als men eene vergelijking met eene andere vergelijking vermeerdert of vermindert, d. i. het eerste lid van de eene vermeerdert of vermindert met het eerste lid van de andere, en de twee andere leden op gelijke wijze behandelt, zoo zullen de sommen of verschillen weder nieuwe vergelijkingen daarstellen. Hetzelfde heeft plaats bij de vermenigvuldiging of deeling, en de producten of uitkomsten zijn dan weder nieuwe vergelijkingen.

Deze eigenschap der vergelijkingen is van veel belang, en van oneindig veel nut in de toepassing; want het is daardoor, dat men

(1) *Gronden der Zeevaartkunde; behelzende eene eenvoudige ontwikkeling der formulen, op welke de bewerkingen der zeevaartkunde rusten*, door A. HOORWEG, *Onderwijzer in de Wis- en Zeevaartkunde te Krimpen aan de Lek.* Te *Amsterdam*, bij de Wed. G. HULST VAN KEULEN, 1848.

in de vergelijkingen een' onbekenden term kan afzonderen, en, zoo hij onbekend is, en de andere bekend zijn, zijne waarde kan bepalen. Stel, om dit nader op te helderen, dat gegeven zij: 1°. de vergelijking $ax = b$, zoo heeft men, deze vergelijking door eene andere vergelijking $a = a$ deelende:

$$\begin{array}{rl}
 & a\,x = b\\
\text{gedeeld door} & \underline{a = a \qquad\;}\\
\text{geeft} & x = b\,:\,a;
\end{array}$$

waaruit dus blijkt, dat x gelijk is aan b gedeeld door a. Heeft men, 2°., $\dfrac{x}{a} = c$, zoo vermenigvuldigt men deze vergelijking met $a = a$, en dit geeft $x = a\,c$.

Stel verder, dat gegeven zij $ax = b - cx$, zoo telt men, om de waarde van de onbekende in de bekende letters te bepalen, hierbij op de vergelijking $cx = cx$, en dit geeft tot som $a\,x + c\,x = b$ of $(a + c)\,x = b$; als men nu deze vergelijking met de vergelijking $a + c = a + c$ deelt, of, dat hier op hetzelfde neer komt, met den coefficient van den onbekenden deelt, zoo krijgt men: $(a + c)\,x = b$, gedeeld door $a + c$, geeft $x = \dfrac{b}{a+c}$. De vergelijking $\frac{1}{2}\,a + \frac{1}{4}\,x = a\,c - b\,x$ geeft, met $4 = 4$ vermenigvuldigd:

$$\begin{array}{rrl}
 & (\tfrac{1}{2}\,a + \tfrac{1}{4}\,x)\,4 & = (a\,c - b\,x)\,4\\
\text{en dit geeft} & 2\,a + x & = 4\,a\,c - 4\,b\,x\\
 & 4\,b\,x + x & = 4\,a\,c - 2\,a\\
 & (4\,b + 1)\,x & = 4\,a\,c - 2\,a\\
 & \text{en } x & = \dfrac{4\,a\,c - 2\,a}{4\,b + 1}.
\end{array}$$

Stel $a\,b = c$, en dat men naar de waarde van a of die van b vraagt, als b en c of a en c gegeven zijn, zoo heeft men: 1°. volgens opgave $ab = c$; 2°. $a = \dfrac{c}{b}$, en 3°. $b = \dfrac{c}{a}$; waaruit blijkt, dat men in deze vergelijking elken term door de twee andere termen kan bepalen. Heeft men $x^2 = 16$, zoo trekt men uit beide leden den vierkants wortel, en dit geeft

$$\sqrt{\;})\;\begin{array}{l} x^2 = \;\;16\\ \hline x \;= \sqrt{16} = 4. \end{array}$$

Men kan op die wijze de leden eener vergelijking verschillende veranderingen doen ondergaan, en daardoor de termen van de eene tot de andere zijde van het teeken $=$ doen overgaan of overbrengen; hierbij zorge men echter, dat bij die overbrenging het teeken der termen van $+$ in $-$, en omgekeerd, veranderd worde. Door deze herleiding zal men elke vergelijking tot meer eenvoudigen vorm kunnen brengen, en den onbekende eindelijk alleen aan de eene zijde van het teeken $=$ verkrijgen, en aan de andere zijde alle de bekende termen verzamelen kunnen, waardoor dan de waarde van den onbekenden term bekend wordt, en, zoo als men dit noemt, de vergelijking wordt opgelost. Zie verder voor eenige meerdere voorbeelden de *Gronden der Zeevaartkunde*, § 7.

3°. *Over de evenredigheden.*

§ 27. Als men twee grootheden, bijv., 20 en 5, met elkander vergelijkt, en zich daarbij de vraag voorstelt, welke verhouding zij tot elkander hebben, zoo ziet men, dat de eene grooter is dan de andere, en dat die verhouding hier kan uitgedrukt worden, door te zeggen: 1°. dat de eene 4 maal grooter is dan de andere, of, ook 2°. dat het eene getal 15 eenheden grooter is dan het andere. De verhouding of betrekking tusschen 20 en 5 is dus 4 of 15; in elk geval noemt men dat betrekkings getal de *reden.* De grootheid 4, die aanduidt, hoeveel malen 20 grooter is dan 5, of hoeveel malen 5 op 20 gemeten kan worden, wordt *meetkundige reden* genoemd, en de andere, aanduidende hoeveel de eene grooter is dan de andere, heet *rekenkundige reden*, en dus is 4 de *meetkundige* en 15 de *rekenkundige reden* tusschen de getallen 20 en 5.

§ 28. Vier grootheden kunnen, twee aan twee genomen, gelijke reden hebben, als, bijv., an en bn, en a en b; want $\frac{an}{bn} = \frac{a}{b}$. Even zoo ook 24 en 12, en 4 en 2, want $24 : 12 = 2$ en $4 : 2 = 2$; bij beiden is hier de reden 2. Dit geeft aanleiding, dat men de gegeven grootheden ook aldus kan schrijven:

$$an : bn = a : b$$

$$\text{en } 24 : 12 = 4 : 2.$$

Deze grootheden, twee aan twee genomen, hebben gelijke meetkundige reden, en worden daarom *meetkundige evenredigheden* genoemd.

Op gelijke wijze kan men hebben: $(a+c)-(b+c)$ is gelijk aan $a-b$ of $(a+c)-(b+c)=a-b$, want $(a+c)-(b+c)=a+c-b-c=a-b$ en dus heeft men: $(a+c)-(b+c)$ is gelijk $a-b$. De gegevene uitdrukking wordt nu ook in den vorm eener vergelijking geschreven, en dan heeft men:

$$a+c : b+c \div a : b,$$

die men dan, omdat in deze de rekenkundige redens gelijk zijn, *rekenkundige evenredigheid* noemt. Het verschil 18 en 12, 16 en 10 is in beide 6, en dus is ook

$$18 : 12 \div 16 : 10$$

eene rekenkundige evenredigheid.

In elke evenredigheid $an : bn = a : b$ worden an en bn de termen der eerste en a en b die van de tweede reden genoemd; verder is an de voorgaande term der eerste en a de voorgaande term der volgende reden, en even zoo zijn bn en b de volgende termen van de eerste en tweede reden; eindelijk zijn an en b de uiterste en bn en a de middelste termen der evenredigheid.

Omdat $\frac{an}{bn} = \frac{a}{b}$, kan men zich elke meetkundige evenredigheid onder dezen vorm $an : bn = a : b$ voorstellen, en al wat men nu van die evenredigheid als eigenschappen doet kennen, is op gelijke wijze op alle andere meetkundige evenredigheden toepasselijk. — Zonder

bepaalde onderscheiding zullen wij voortaan onder het woord evenredigheid steeds meetkundige evenredigheid verstaan.

§ 29. Men kan de evenredigheden onderscheiden in 1°. *eenvoudige of gewone evenredigheden*, als: $an : bn = a : b$, of $4 : 2 = 20 : 10$, enz. 2°. *Zamengestelde*, als: $\frac{an}{d} : \frac{bn}{d} = a : b$, of, $a : b = abc : b^2c$, of, $8 : 2 = 40 \times 4 : 10 \times 4$, enz. Alle eenvoudige evenredigheden kunnen tot zamengestelde herleid worden, en omgekeerd. 3°. *Aaneengeschakelde evenredigheden* zijn zulke, waarin men tusschen meer dan vier opvolgende termen gelijke redens heeft, als, bijv., $3 : 6 = 5 : 10 = 6 : 12$, enz. 4°. Door *omgekeerde evenredigheid* verstaat men eene zoodanige, waarin bij eene der redens de termen als omgekeerd gedacht moeten worden. Stel, men heeft $5 : 10$ *omgekeerd* $= 8 : 4$, zoo wil dit zeggen: naar gelang dat 10 vergroot moet 4 verkleinen. Men kan elke omgekeerde evenredigheid door de omkeering van de twee termen van eene der redens tot eene gewone evenredigheid herleiden. De genoemde omgekeerde evenredigheid $5 : 10$ *omgekeerd* $= 8 : 4$ wordt aldus tot eene regte evenredigheid herleid:

$$10 : 5 = 8 : 4 \text{ of}$$

$$5 : 10 = 4 : 8.$$

Eenige eigenschappen der meetkundige evenredigheden.

§ 30. 1°. *In elke evenredigheid is het product der uiterste termen gelijk aan het product der middelste termen.*

Stel, bijv., gegeven $10 : 5 = 12 : 6$, zoo is $10 \times 6 = 12 \times 5 = 60$. Op gelijke wijze heeft men in onze algemeene evenredigheid $an : bn = a : b$ voor de gezegde producten $an \times b = bn \times a = abn$; waaruit tevens de waarheid dezer stelling blijkt. Hieruit volgt, dat men elke vergelijking in eene evenredigheid kan veranderen, en omgekeerd. Stel, gegeven $c \times d = e \times f$, zoo kan men twee factoren dezer producten als de uiterste en de twee andere als de middelste termen aanmerken, en dus daardoor eene evenredigheid $c : e = f : d$ daarstellen. De vergelijking $a = d$ kan men aanmerken gelijk te zijn aan $a \times 1 = d \times 1$ en dit geeft ons weder $a : 1 = d : 1$ en $1 = bc$ geeft $b : 1 = 1 : c$ enz.

2°. *Elke evenredigheid kan op acht verschillende wijzen geschreven worden.*

Stel, gegeven de evenredigheid

$$an : bn = a : b, \text{ zoo heeft men}$$

door omzetting der termen

$$\begin{aligned}
an &: a = bn : b,\\
bn &: an = b : a,\\
bn &: b = an : a,\\
a &: b = an : bn,\\
a &: an = b : bn,\\
b &: a = bn : an, \text{ en}\\
b &: bn = a : an.
\end{aligned}$$

In elk dezer evenredigheden zal men, de eerste eigenschap toepassende, steeds het product der uiterste termen gelijk vinden aan het product der middelste termen. *Hieruit is dus blijkbaar, dat men de termen van eene evenredigheid zoodanig kan omzetten, dat men eenen term eene plaats naar verkiezing in de evenredigheid kan doen innemen.*

3°. *In elke evenredigheid kan men de twee voorgaande of de twee volgende termen, of de termen der eerste of die der tweede reden, met eenig getal naar willekeur vermenigvuldigen of deelen, en zullen de producten of quotienten met de overige termen op nieuw in evenredigheid zijn.*

Stel de evenredigheid $18 : 6 = 21 : 7$,
zoo heeft men steeds

$$\begin{array}{rl}
& 18 : 6 = 21 : 7 \\
3) & \overline{} \\
& 6 : 2 = 21 : 7 \\
& \qquad\quad \overline{}(2 \\
& 6 : 2 = 42 : 14 \\
& \quad \text{—}6 \qquad \text{—}6 \\
& 6 : 12 = 42 : 84, \text{ enz.}
\end{array}$$

In de evenredigheid $an : bn = a : b$ kan men mede de voornoemde termen met eenig getal, stel m, vermenigvuldigen of deelen, en men zal, na elke vermenigvuldiging of deeling, bijv., uit de evenredigheid

$$\begin{array}{l}
an : bn = a : b \\
\overline{}(m \\
anm : bnm = a : b, \text{ enz.,}
\end{array}$$

steeds tot de vergelijking $abnm = abnm$ komen. Hieruit blijkt, dat de m op gelijke wijze in beide leden der vergelijking voorkomt.

4°. *In elke evenredigheid staat de som of het verschil der voorgaande tot de som of het verschil der volgende termen, gelijk een voorgaande tot een volgende.*

$$\begin{array}{lrcl}
\text{Stel gegeven} & 2 : 5 & = & 8 : 20, \\
\text{zoo heeft men} & 2 + 8 : 5 + 20 & = & 2 : 5, \\
\text{dat is} & 10 : 25 & = & 2 : 5, \\
\text{of ook} & 8 - 2 : 20 - 5 & = & 2 : 5, \\
\text{of} & 20 - 5 : 8 - 2 & = & 20 : 8, \\
& \text{d. i. } 15 : 6 & = & 20 : 8. \\
\text{Even zoo heeft men} & an : bn & = & a : b, \\
\text{en ook} & an + a : bn + b & = & a : b, \\
\text{als ook} & an - a : bn - b & = & a : b,
\end{array}$$

die door toepassing der eerste eigenschap steeds gelijke producten zullen geven en de waarheid van het hier gestelde zullen betoogen.

5°. *Wanneer de vier termen van eene evenredigheid term voor term met de vier overeenkomstige termen van dezelfde of met die van eene andere evenredigheid vermenigvuldigd of gedeeld worden, zoo zullen de producten of quotienten eene nieuwe evenredigheid uitmaken.*

Stel gegeven
$$\begin{array}{l} 2 : 8 = 16 : 64, \\ 4 : 16 = 32 : 128. \end{array}$$

Neem het product der overeenkomstige termen dezer evenredigheden, zoo heeft men de evenredigheid $8 : 128 = 512 : 8192$.

Stel de evenredigheden
$$\begin{array}{l} 2 : 8 = 3 : 12, \\ 3 : 15 = 4 : 20; \end{array}$$

deelt men nu de eerste door de tweede, zoo heeft men:

$$\frac{2}{3} : \frac{8}{15} = \frac{3}{4} : \frac{12}{20},$$

waarvan de producten der uiterste en middelste termen weder gelijk zijn.

$$\begin{array}{lll}
\text{Stel men heeft} & a : b = c : d, & \text{zoo is } ad = bc, \\
& \underline{e : f = g : h,} & \text{» » } \underline{eh = fg,} \\
& ae : bf = cg : dh, & \text{» » } adeh = bcfg.
\end{array}$$

De beide producten, zoowel die der vergelijking als die door de evenredigheid, komen volkomen overeen; hetgeen bij deeling op gelijke wijze blijkbaar zal worden.

Uit deze eigenschap blijkt tevens, *dat de tweede, derde of hoogere magten van de termen eener evenredigheid weder op nieuw evenredig zijn.* Want heeft men bijv. $a : b = c : d$ en vermenigvuldigt men die met $a : b = c : d$, zoo is het product $a^2 : b^2 = c^2 : d^2$, en ook, de laatste door de middelste deelende, heeft men weder $a : b = c : d$, hetgeen zegt, *dat de quadraatswortel, enz., uit eene evenredigheid term voor term getrokken, weder eene nieuwe evenredigheid zal opleveren.*

6°. *Als twee evenredigheden ééne gelijke reden hebben, zoo vormen de twee andere redens weder eene evenredigheid* Stel gegeven:

$$\begin{array}{rl}
& an : bn = a : b, \text{ en} \\
& ac : bc = a : b, \text{ zoo heeft men} \\
\text{ook} & an : bn = ac : bc.
\end{array}$$

§ 31. Deze weinige eigenschappen der evenredigheden, gevoegd bij die der vergelijkingen, zijn als de gronden aan te merken der oplossingen van den zoogenoemden regel van drieën. Om, bijv., tot drie gegevene grootheden, a, b en c, eenen vierden evenredigen term te vinden, die in betrekking tot c staat, als b tot a, heeft men, de onbekende x noemende, $a : b = c : x$. Om nu de waarde van die onbekende of x te vinden, herleidt men de evenredigheid tot eene vergelijking, § 30, 1°, dit geeft $ax = bc$, en, volgens § 26, de x afzonderende, heeft men $x = \frac{bc}{a}$. Hetgeen ons leert, dat in de evenredigheid $a : b = c : x$, *om de x te vinden, de twee middelste termen met elkander moeten vermenigvuldigd en het product door den eersten term moet gedeeld worden.* Plaatst men nu voor deze lettergrootheden getallenwaarden, zoo heeft men in den gezegden regel, dien der oplossing *van den regel van drieën*, waarbij men veronderstelt, dat de onbekende term de laatste is. Die onbekende kan echter ook op de plaats van een' der andere verondersteld worden, dat voor de oplossing of het bepalen van de waarde van den onbekende, die wij hier door x zullen aanduiden, geene zwarigheid zal opleveren.

In het algemeen heeft men, om in eene evenredigheid den onbekende te vinden, waar die ook in de evenredigheid geplaatst is: *herleid de meet- of rekenkundige evenredigheid tot eene vergelijking* (§ 30), *en los hieruit den onbekende naar de gegevene regelen* (§ 26) *op.* Stel, gegeven $a : b = c : d$, zoo heeft men, de evenredigheid tot eene vergelijking herleid, $ad = bc$, en in de rekenkundige evenredigheid

$e:f \div g:h$ de vergelijking $e+h=f+g$, en die men beiden, welke letter men in die vergelijkingen ook begeert, naar aanleiding van het reeds aangevoerde gemakkelijk kan oplossen. Stel, men wenscht de waarde van b te bepalen, zoo heeft men, in $ad=bc$, $b=\frac{ad}{c}$. Wordt de waarde van f gevraagd, zoo is: $f=e+h-g$, enz.

Stel gegeven de evenredigheid $8 : 2 = 12 : 3$.

Veronderstellen wij nu, dat de 3e term als onbekend wordt aangenomen, zoo heeft men $8:2=x:3$. Om nu de waarde van x te vinden, heeft men $8\times 3=2\times x$, en dit geeft $x=\frac{8\times 3}{2}=12$. dat in woorden dezen regel geeft om den onbekenden 3n term te vinden: *Vermenigvuldig van de gegevene evenredigheid de twee uiterste termen, en deel het product door den middelsten term, zoo is het quotient de waarde van* x.

Voorbeeld. Van de evenredigheden $10 : 2 = 40 : 8$
en $10 : 3 \div 50 : 43$;
wordt gevraagd: 1°. Waarom de eene eene meet- en de andere eene rekenkundige evenredigheid genoemd wordt? 2°. Elk der acht hier bekend gegevene termen achtereenvolgend gelijk aan x te stellen, en, naar aanleiding van het aangevoerde, de waarde van x te bepalen, als ook den regel als boven in woorden voor elk op te geven.

4°. *Reeksen.*

§ 32. *Als eene rij van getallen in gelijke reden toe- of afneemt, noemt men die rij eene reeks.* Men heeft dus *meetkundige en rekenkundige reeksen.* Bijv., 1, 2, 4, 8, 16, 32, enz., 1, 10, 100, 1000, enz., of 80, 40, 20, 10, enz., als ook 1, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{16}$, enz., zijn meetkundige reeksen; de twee eerste *toenemende* en de twee laatste *afdalende reeksen.* In elke derzelve heeft men $1:2=2:4=4:8$, enz.

De rij 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, enz., is eene *toenemende*, en 34, 33, 32, 31, 30, enz., eene *afdalende rekenkundige reeks.*

§ 33. In elke meet- of rekenkundige reeks, bijv., 1, 10, 100, 1000, 10000, of 1, 2, 3, 4, 5, enz., heeft men, door drie opvolgende termen der reeks, de volgende
meetkundige evenredigheid $1 : 10 = 10 : 100$ . . . . . (A),
of rekenkundige » $1 : 2 \div 2 : 3$ . . . . . (B).

Stelt men in de meetkundige evenredigheid (A) den term 10 of den *midden-evenredigen term*, onbekend, zoo heeft men, om zijne waarde te bepalen $1 : x = x : 100$,
en $x \times x = 1 \times 100$,
of $x^2 = 100$,
$\sqrt{}$)
en $x = 10$,

d. i: *om den midden-evenredigen term tusschen twee termen van eene meetkundige reeks te vinden, neemt men het product dier twee termen en trekt daaruit den vierkants wortel.*

Voor de rekenkundige evenredigheid (B) heeft men:
$1 : x \div x : 3$,
of $x + x = 1 + 3$,
$2x = 4$,
2)
en dus $x = 2$.

En dit zegt in woorden, *de midden-evenredige term, tusschen twee termen eener rekenkundige reeks, is gelijk aan de halve som der twee gegevene termen.*

Op die wijze kan men tusschen elke twee termen van eene meet- of rekenkundige reeks midden-evenredige getallen berekenen, en daardoor gegevene reeksen naar verkiezing, door het bepalen van midden-evenredige, tot in het oneindige in aantal van termen vergrooten.

VIERDE AFDEELING.

Van de Logarithmen.

§ 34. De bewerking der vermenigvuldiging en deeling wordt, vooral als men met groote getallen te doen heeft, moeijelijk en omslagtig. De vinding van eene zekere soort van *kunstgetallen*, *logarithmen* genoemd, hebben in deze een uitnemend middel aan de hand gedaan, om gezegde bewerkingen aanmerkelijk te vereenvoudigen en te bekorten.

Om een begrip van de logarithmen te maken, stelle men zich twee reeksen voor, waarvan de meetkundige met 1 en de rekenkundige met 0 aanvangt; de opklimming kan bij beiden met eene willekeurige reden plaats hebben. Stel deze reeksen zoodanig naast elkander, dat de eerste term 0 der rekenkundige reeks naast den eersten term 1 der meetkundige reeks komt te staan, verder de tweede term der rekenkundige naast den tweeden term der meetkundige reeks, en zoo voorts met al de overige termen van beide reeksen; dan worden de nevens elkander staande termen gezegd op elkander te passen, en de termen der rekenkundige reeks worden de *Logarithmen* genoemd van die der meetkundige reeks.

Laat hiernevens in A eene meetkundige reeks, die met 1 begint en met 2 opklimt, geplaatst zijn naast de rekenkundige reeks B, welke met 0 aanvangt en met 1 toeneemt, dan zijn de termen der reeks B de logarithmen der overeenkomstige termen der meetkundige reeks A. Dus is 0 de *logarithmus*, of, zoo als men bij verkorting zegt, de *log.* van 1; 2 de log. van 4; 3 de log. van 8; 7 de log. van 128, en log. 512=9, hetgeen wil zeggen *de log van* 512=9, enz.

	A.	B.	
	1	0	
	2	1	
	4	2	
	8	3	
	16	4	
	32	5	
	64	6	
	128	7	
Getallen.	256	8	Logarithmen.
	512	9	
	1024	10	
	2048	11	
	4096	12	
	8192	13	
	16384	14	
	32768	15	
	65536	16	
	enz.	enz.	

§ 35. De logarithmen hebben belangrijke eigenschappen, wier toepassing in vele berekeningen aanmerkelijke bekortingen oplevert, zoo als uit de oplossing der volgende voorbeelden zal blijken.

1°. *Bij de vermenigvuldiging. — Om twee of meer getallen met elkander te vermenigvuldigen, neemt men van elk dier getallen den logarithmus en de som dier log*ⁿ. *is dan de logarithmus van het product dier getallen.*

Stel, men wil het product van 8×16 door de logarithmen van ons Tafeltje bepalen, zoo neme men de logⁿ. van 8 en 16, en de som dier logⁿ. is de log. van het product.

Bijv.: De log. van $8 = 3$
» » $16 = 4$
en de som $= 7$ is log. van $128 = 8 \times 16$.

Even zoo vindt men 32×1024 door logⁿ. aldus:
Log. $32 = 5$
» $1024 = 10$
de som $= 15$ is de log. van 32768; gelijk het gevraagde product.

2°. *Magtsverheffing. — Om de magt van eenig getal door de log*ⁿ. *te verkrijgen, heeft men slechts den log. van dat getal met den exponent van het getal te vermenigvuldigen, en het product is de log. van de magt.*

Om, bijv., de 2^{de} magt van 8 te bepalen, heeft men:
log. $8 = 3$
vermenigv. met 2
geeft 6, de log. van $64 = 8 \times 8$.

3°. *Deeling. — Het verschil der logarithmen van twee getallen geeft den logarithmus van hetgeen er uitkomt, als de beide getallen door elkander gedeeld worden.*

Om 32768 door 256 te deelen, heeft men:
log. $32768 = 15$
» $256 = 8$
blijft tot verschil 7; zijnde de log. van $128 = \frac{32768}{256}$.

4°. *Worteltrekking. — Om den wortel van eenige magt te vinden, neemt men den log. van die magt, en deelt dien door den exponent van het wortelteeken; de uitkomst is de log. van den gevraagden wortel.*

Den vierkants wortel uit 16384 te vinden?
Log. $16384 = 14$
gedeeld door 2
komt 7, de log. van $128 = \sqrt{16384}$.

Uit het hier aangevoerde volgt, dat men elke meetkundige evenredigheid, waarvan de termen in ons Tafeltje gevonden worden, in overeenstemming met § 31, door de logⁿ. kan oplossen.

Stel, gegeven $8 : 64 = 512 : x$, zoo heeft men:

$$\frac{64 \times 512}{8} = x,$$

dat in logⁿ. overgebragt, geeft $\log. x = \log. 64 + \log. 512 - \log. 8$,
of log. $64 = 6$
» $512 = 9$
de som der logⁿ. $= 15$
verminderd met log. $8 = 3$
zoo is de rest 12; zijnde de log. van $4096 = x$.

Uit het gezegde blijkt, dat men alle bewerkingen van de vermenigvuldiging en deeling, met behulp der logarithmen, door optelling en aftrekking verrigten kan, alsmede, dat zij van hooge waarde zijn bij de magtsverheffing en worteltrekking. Dit heeft NAPIER, den uitvinder der logarithmen, maar voornamelijk BRIGSS en VLACQ aangezet, om de logarithmen van alle geheele getallen, als van 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, enz., tot 100000 en wel naar het grondgetal 10 te berekenen, en in tafelen uit te geven. Tafel I onzer *Verzameling van Sterre- en Zeevaartkundige Tafelen* (¹), bevat de nommer-logarithmen, die men dagelijks gebruikt, en is voor alle geheele getallen van 1 tot 10000 berekend.

§ 36. Tot het logarithmen-stelsel, dat wij gebruiken, volgens hetwelk de tafel berekend is, en dat wij het tientallige stelsel noemen, zijn de volgende reeksen gebezigd:

Meetkundige 1, 10, 100, 1000, 10000, 100000, enz.
Rekenkundige 0, 1, 2, 3, 4, 5, »

Derhalve is 0 de log. van 1; 1 de log. van 10; 2 de log. van 100; 3 de log. van 1000, enz. De logⁿ. van de getallen tusschen 1 en 10, als ook tusschen 10 en 100, enz., worden hier niet aangetroffen; wenscht men ook die te berekenen, zoo bepaalt men, zoowel in de meetkundige als rekenkundige reeks, een gelijk doch groot aantal van midden-evenredige termen (§ 33); neemt men dit aantal zeer groot, zoo zullen die termen, bij de meetkundige reeks, bijv., tusschen 1 en 10 gelegen, onderling weinig verschillen, en elk meer dan 1 en minder dan 10 zijn, en sommige dus ook nagenoeg gelijk zijn aan 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 of 9, dat is, de rij der natuurlijke getallen als voorstellen, en de met die termen overeenstemmende termen van de rekenkundige reeks zijn dan de logarithmen dier getallen. Op gelijke wijze kan men te werk gaan, om de logarithmen te verkrijgen van de geheele getallen, die tusschen 10 en 100, tusschen 100 en 1000, enz., gelegen zijn. — De logⁿ. der deelbare getallen kunnen ook door de logⁿ. hunner factoren gevonden worden, en is, bijv., de log. van 100000 gelijk aan de som van de log. 100 + log. 1000, enz. Uit het aangevoerde volgt dus, dat de rij der natuurlijke getallen 1, 2, 3, enz., der Tafel van de *Verzameling*, als de termen van eene meetkundige reeks en die der logarithmen, als de termen eener rekenkundige reeks zijn aan te merken.

(¹) Van dit werk is onlangs de 8ᵉ druk in het licht gekomen.

§ 37. Op bladz. 1—7 der *Verklaring* van onze *Verzameling van Sterre- en Zeevaartkundige Tafelen* is de Logarithmen-Tafel uitvoerig verklaard. Bij het opzoeken in deze Tafel komen twee vragen voor, namelijk: het getal gegeven, den overeenstemmenden log. te vinden, en omgekeerd, den log. gegeven, het getal van den log. door de Tafel te bepalen. Tot aanvulling van hetgeen wij deswege in de gemelde *Verklaring* gezegd hebben, zullen wij hier nog eenige voorbeelden doen volgen.

1°. Het getal 6793 gegeven zijnde, den log. daarvan te vinden? Te dien einde zoekt men in Taf. I het genoemde getal in eene der kolommen, gemerkt met G (getal), en men vindt, op bl. 33, dat de log. van het gezegde getal is 3,8320616, en dus log. 6793 = 3,8320616.

2°. Men vraagt den log. van 61076? Dit getal is te groot voor de Tafel, als gaande deze slechts tot 10000. Om nu den log., zoo na mogelijk door Taf. I, te vinden, neemt men het verschil der twee $\log^n$. van 6107 en 6108, dit geeft 711; men beschouwt nu, alsof men den log. vroeg voor 6107,6, en men heeft dus, volgens bl. 4, 4° der *Verklaring* van de *Verzameling*, deze evenredigheid:

$1 : 0{,}6 = 711 : x$. Men vindt $x = 427$, dit opgeteld

$$\begin{array}{lrl} \text{bij den log. van} & 6107 & = \underline{3{,}7858279} \\ \text{voor den log.} & 6107{,}6 & = 3{,}7858706 \\ \text{en dus} \quad » & 61076 & = 4{,}7858706. \end{array}$$

De grond dezer bewerking is, dat $61076 = 6107{,}6 \times 10$, en dus de log. gelijk is aan den gevonden log. voor 6107,6, vermeerderd met den log. 10, of de log. 61076 = log. 6107,6 + log. 10 = 3,7858706 + 1,0000000 = 4,7858706.

3°. Welke is de log. van 12345? *Antw.* 4,0914911.

4°. » » » » » 477460? » 5,6789370.

5°. Welke zijn de $\log^n$. van

$$\begin{array}{rcl} 6167? & » & 3{,}7900739. \\ 616{,}7? & » & 2{,}7900739. \\ 61{,}67? & » & 1{,}7900739. \\ 6{,}167? & » & 0{,}7900739. \\ 0{,}6167? & » & \overline{1}{,}7900739. \\ 0{,}06167? & » & \overline{2}{,}7900739, \\ \text{of ook} & & 8{,}7900739 - 10 \text{ enz.} \end{array}$$

6°. Men vraagt den log. voor 0,987654? *Antw.* $\overline{1}{,}9946049$ of $9{,}9946049 - 10$.

7°. Men vraagt den log. voor 0,02648051? *Antw.* $\overline{2}{,}4229264$ of $8{,}4229264 - 10$.

§ 38. Als de log. gegeven is en men naar het getal vraagt, volgt men daaromtrent het aangevoerde in de *Verklaring der Tafelen*, bl. 5.

Stel, gegeven den log. 5,6823619, vrage het getal van dien log. tot in drie decimalen? Men stelt zich nu voor, alsof de log. 3,6823619 gegeven was, en men zoekt daarvoor het getal, en door de verschillen

der $\log^n$., waar de opgegevene tusschen valt, nog eenige decimalen bij dat getal. Bij inzage der Tafel ziet men dadelijk, dat de gegevene log. invalt tusschen den log. van het getal 4812 en 4813. Het verschil der $\log^n$. voor deze getallen is 903, en het verschil tusschen onzen gegeven log. en den naast kleineren, waar hij tusschen valt, is 363, en dus heeft men door die grootheden de evenredigheid:

$$903 : 363 = 1 : x; \text{ komt } x = 0{,}401993.$$

En dit geeft: de log. 3,6823619 behoort tot 4812,401993, en dus is 5,6823619 de log. van 481240,199.

1°. Men vraagt het getal van den log. 4,3698217? *Antw.* 23432,67.

2°. Het getal te vinden van den log. 3,5643892? *Antw.* 3667,66132.

3°. De log. 4,8173650 gegeven, het getal te vinden? *Antw.* 65669,697.

4°. Stel gegeven log. $\overline{2}{,}6606758$, vrage het getal? *Antw.* 0,04578.

5°. Voor den log. 9,4502491—10 of $\overline{1}{,}4502491$ het getal te vinden? *Antw.* 0,282.

§ 39. Als men eenige grootheid aftrekt van 1, 10, 100, of in het algemeen van 10^n, zoo noemt men de rest het *Arithmetisch complement van die grootheid.* Alzoo is 4 het Arithmetisch complement van 6, 0,56 het Arithmetisch complement van 0,44 en van de $\log^n$. 1,2345673 en 0,4324567 zijn de complementen achtervolgens 8,7654327 en 0,5675433.

Indien men van een getal, bijv. van 53, een ander getal, stel 8, moet aftrekken, doch in plaats van die aftrekking er 2, het complement van 8, bij optelt, zoo is het duidelijk, dat men voor de som 10 meer krijgt, dan men door de aftrekking verkregen zoude hebben; als men dus de 2 bij 53 telt en van de som 10 aftrekt, zal het even zoo goed zijn als of men 8 onmiddellijk van 53 had afgetrokken, bijv.:

$$\begin{array}{rcr} & & 53 \\ & & \underline{+\ \ 2} \\ 53 & & 55 \\ \underline{\text{min}\ \ 8} & & \underline{\text{min}\ 10} \\ 45 & = & 45. \end{array}$$

Even zoo is

$$\begin{array}{cc} 30 & 30 \\ -0{,}17 & +0{,}83 \\ \hline \multicolumn{2}{c}{29{,}83 = 30{,}83 - 1{,}0.} \end{array} \qquad \begin{array}{cc} 40 & 40 \\ -\ 3 & +7 \\ \hline \multicolumn{2}{c}{37 = 47 - 10.} \end{array} \qquad \begin{array}{cc} 50 & 50 \\ -\ 14 & +86 \\ \hline \multicolumn{2}{c}{36 = 136 - 100} \end{array}$$

Het is duidelijk, dat men na de optelling uit de som, zoo mogelijk, weder die verhooging van 1 of 10^n wegneme of vernietige.

Om het complement te hebben van den log. $\overline{3}{,}2942457$, zijnde de log. van 0,001969, verandere men den wijzer in + 3 en neme het complement van het aanvulsel; dit geeft voor den gegevenen log. als complements log. 3,7057543. Stellen wij den wijzer w en het aanvulsel a, zoo heeft men: het comp. van dezen log. $(-w+a) = 10^n - (-w+a) = +w + 10^n - a$; waaruit onmiddellijk de opgegevene regel volgt.

§ 40. De volgende voorbeelden dienen tot eenige oefening in de toepassing der logarithmen.

1. Het product te vinden van 75 en 123, of hoeveel is 75 maal 123?

Tel den log. $75 = 1{,}8750613$ (Tafel I der *Verzameling*.)
bij » » $123 = 2{,}0899051$ (Tafel I.)

komt $3{,}9649664$, hetwelk, in de Tafel I opgezocht, 9225 geeft, zijnde gelijk aan 123×75.

2. Hoeveel is 37 maal 225? *Antwoord* 8325.

3. » » 43 » 187? » 8041.

4. » » 9774 gedeeld door 18?

Van den log. $9774 = 3{,}9900723$
trekt men » » $18 = 1{,}2552725$

blijft $2{,}7347998$, zijnde de log. van $543 = \frac{9774}{18}$.

5. Deel 9725 door 389; komt 25.

6. » 8874 » 87; » 102.

7. Het vierkant van 97 te vinden?

Mult. den log. van $97 = 1{,}9867717$
met 2

komt $3{,}9735434$, zijnde de log. van 9409, het vierkant van 97.

8. Het vierkant van 89 te vinden? komt 7921.

9. » » » 57 » » » 3249.

10. Den vierkantswortel » » uit 4225?

Deel $3{,}6258267$, de log. van 4225,
door 2)

komt $1{,}8129133$, de log. van 65, welke de vierkantswortel is van 4225.

11. Den vierkantswortel te vinden van 6241? komt 79.

12. Welk is de tweede magtswortel uit 6561? *Antwoord* 81.

13. Tot de drie gegevene getallen 3, 7 en 18 het vierde evenredige getal te vinden; namelijk in $3:7 = 18:x$, de waarde van x door log°. te vinden?

Te dien einde heeft men: $x = \frac{18 \times 7}{3}$ of in log^n.: log. x = log. 18 + log. 7 — log. 3, of door den arithmetisch-complement-log. x = log. 18 + log. 7 + complem. log. 3.

$$\begin{array}{lrl} \text{Log.} & 18 & = 1{,}2552725 \\ \text{»} & 7 & = 0{,}8450980 \\ \hline \text{de som} & & = 2{,}1003705 \text{ verminderd met} \\ \text{log.} & 3 & = 0{,}4771213 \\ \hline & & 1{,}6232492 \text{ is de log. van } 42 = x. \end{array}$$

Door den arithmetisch-complement-log. heeft men deze bewerking:

$$\begin{array}{lrl} \text{Log.} & 18 & = 1{,}2552725 \\ \text{»} & 7 & = 0{,}8450980 \\ \text{comp. »} & 3 & = 0{,}5228787 \\ \hline & & 2{,}6232492. \end{array}$$

Men heeft in deze één complements log. gebruikt, en men moet

dus voor die verhooging den wijzer weder met 1 verminderen, en dit geeft als boven voor den log. der uitkomst 1,6232492.

14. Tot de drie gegevene getallen 5, 127 en 335, den vierden term te vinden? komt 8509.

15. Tot de drie gegevene getallen 16, 144 en 987, eenen vierden evenredigen term te vinden? *Antwoord* 8883.

16. Wat is het product van $0{,}023 \times 4{,}5$?

Met negatieve wijzers:

$$\begin{array}{lrl} \text{Log.} & 0{,}023 & = \overline{2},3617278 \\ \text{»} & 4{,}5 & = 0{,}6532125 \\ \hline & & \overline{1},0149403 \text{ is} \end{array}$$

de log. van 0,1035.

In deze bewerking zijn de aanvulsels opgeteld, en naar die optelling zouden de wijzers (— 2 en 0) met 1 vermeerderd moeten worden, en dit geeft $-2 + 0 + 1 = -1$.

Met positieve wijzers:

$$\begin{array}{lrl} \text{Log.} & 0{,}023 & = 8{,}3617278 \\ \text{»} & 4{,}5 & = 0{,}6532125 \\ \hline & & 9{,}0149403 \text{ is} \end{array}$$

de log. van 0,1035.

De log. van 0,023 is hier met 10,0000000 verhoogd; de log. van 0,023 zoude derhalve ook aldus geschreven kunnen worden: $8{,}3617278 - 10$; de log. 9,0149403 moet dus ook weder met 10 verminderd worden; daar dit niet kan, zoo geeft dit te kennen, dat 9,0149403 de log. is van eene breuk.

17. Men vraagt het quotient van $\frac{0{,}0045}{0{,}8456}$?

$$\begin{array}{lrl} \text{Log.} & 0{,}0045 & = \overline{3},6532125 \\ \text{»} & 0{,}8456 & = \overline{1},9271650 \\ \hline & & \overline{3},7260475 \text{ is de} \end{array}$$

log. van $0{,}005322 = \frac{0{,}0045}{0{,}8456}$.

Voor de wijzers heeft men: $-3 - (-1) - 1$; deze laatste -1 heeft men als het ware geleend, om $+9$ van $+6$ af te trekken en dus: $-3 - (-1) - 1 = -3 + 1 - 1 = -3$.

$$\begin{array}{lrl} \text{Log.} & 0{,}0045 & = 7{,}6532125 \\ \text{»} & 0{,}8456 & = 9{,}9271650 \\ \hline & & 7{,}7260475 \text{ is de} \end{array}$$

log. van 0,005322.

Beide deze log^n. zijn met 10,0000000 verhoogd; dit heeft dus op hun verschil geenen invloed, doch om 9 van 6 af te trekken, moet men den eersten log. nog eens met 10 verhoogen; deze verhooging dient bij de uitkomst weder vernietigd te worden; daar dit niet plaats kan hebben, zoo is het verschil de log. van eene breuk.

18. Het gedurig product van $85 \times 0{,}00023 \times 0{,}02540 \times 4{,}325$ te bepalen:

$$\begin{array}{lrl} \text{Log.} & 85 & = 1{,}9294189 \\ \text{»} & 0{,}00023 & = \overline{4},3617278 \\ \text{»} & 0{,}0254 & = \overline{2},4048337 \\ \text{»} & 4{,}325 & = 0{,}6359861 \\ \hline & & \overline{3},3319665 \text{ is} \end{array}$$

de log. van 0,002148, gelijk aan het gevraagde product.

$$\begin{array}{lrl} \text{Log.} & 85 & = 1{,}9294189 \\ \text{»} & 0{,}00023 & = 6{,}3617278 \\ \text{»} & 0{,}0254 & = 8{,}4048337 \\ \text{»} & 4{,}325 & = 0{,}6359861 \\ \hline & & 17{,}3319665 \\ & & 10 \\ \hline & & 7{,}3319665 \text{ is} \end{array}$$

de log. van 0,002148.

Voor de wijzers hebben wij: $1 - 4 - 2 + 2$ (zijnde de $+ 2$ het meerdere der aanvulsels) $= + 3 - 6 = - 3$.

Men heeft hier 2 log^n. met verhoogde wijzers gebruikt, er diende dus van de uitkomst ook 2×10 afgetrokken te worden; daar er nu slechts 1×10 kan afgetrokken worden, zoo is de rest de log. van eene breuk.

19. Als een schip in 4 uren, of eene wacht, 10,75 mijl aflegt; hoe veel zal het dan, met gelijke vaart, in 1,35 uur maken? Deze vraag kan door eenen regel van drieën opgelost worden, die zich aldus door de logarithmen laat bewerken:

$$4^u : 1{,}35^u = 10{,}75 \text{ mijl} : x \text{ mijlen},$$

$$\begin{array}{rl} \text{log. } 10{,}75 & = 1{,}0314085 \\ \text{» } 1{,}35 & = \underline{0{,}1303338} \\ & \ 1{,}1617423 \\ \text{» } 4 & = \underline{0{,}6020600} \\ & \ 0{,}5596823 \text{ is de log. van } 3{,}628. \end{array}$$

20. Welke is de waarde van de uitdrukking $\dfrac{35 \times 33{,}55 \times 0{,}000025}{0{,}33 \times 0{,}0021 \times 3{,}02}$?

$$\begin{array}{rl} \text{Log. } 35 & = 1{,}5440680 \\ \text{» } 33{,}55 & = 1{,}5256925 \\ \text{» } 0{,}000025 & = \underline{\overline{5},3979400} \\ & \ \overline{2},4677005 \ \ldots\ldots\ldots\ \overline{2},4677005 \end{array}$$

Voor de wijzers hebben wij hier: $+ 1 + 1 - 5 + 1$ (als het meerdere der aanvulsels) $= - 2$.

$$\begin{array}{rl} \text{Log. } 0{,}33 & = \overline{1},5185139 \\ \text{» } 0{,}0021 & = \overline{3},3222193 \\ \text{» } 3{,}02 & = \underline{0{,}4800069} \\ & \ \overline{3},3207401 \ \ldots\ldots\ldots\ \underline{\overline{3},3207401} \\ & \phantom{=\ \overline{3},3207401 \ \ldots\ldots\ldots\ } 1{,}1469604 \text{ is} \end{array}$$

de log. van 14,02, gelijk aan de gevraagde waarde. Voor de wijzers heeft men: $- 2 - (- 3) = - 2 + 3 = + 1$.

Men kan dit vraagstuk door de complement-logarithmen aldus oplossen:

$$\begin{array}{lrl} & \text{Log. } 35 & = 1{,}5440680 \\ & \text{» } 33{,}55 & = 1{,}5256925 \\ & \text{» } 0{,}000025 & = \overline{5},3979400 \\ \text{compl.} & \text{» } 0{,}33 & = 1{,}4814861 \\ \text{»} & \text{» } 0{,}0021 & = 3{,}6777807 \\ \text{»} & \text{» } 3{,}02 & = \underline{0{,}5199931} \\ & \text{som} & = 1{,}1469604 \text{ is de log. van } 14{,}02 \text{ als boven.} \end{array}$$

Daar er drie compl. logarithmen in deze optelling voorkomen, zoo moet er van de som der wijzers ook 3 afgetrokken worden; verder moet die som met 3, als het meerdere van de som der aanvulsels,

vermeerderd worden; wij hebben dus: 3 (van de aanvulsels) $+ 1 + 1 - 5 + 1 + 3 - 3$ (voor de drie complement-logarithmen) $= + 1$.

Ook op de gewone wijze, of met positieve wijzers, kan het laatst voorgaande voorbeeld gemakkelijk opgelost worden; hierbij moet echter in aanmerking genomen worden, dat de log. van den teller met 10 minder verhoogd is, dan de log. van den noemer; hetgeen aanleiding geeft, dat er bij de 8 nog 10 gevoegd moet worden.

$$\begin{array}{rl} \text{Log. } 35 & = 1{,}5440680 \\ \text{» } 33{,}55 & = 1{,}5256925 \\ \text{» } 0{,}000025 & = \underline{5{,}3979400} \\ & \ 8{,}4677005 \ \ldots\ldots\ldots\ 18{,}4677005 \\ \text{Log. } 0{,}33 & = 9{,}5185139 \\ \text{» } 0{,}0021 & = 7{,}3222193 \\ \text{» } 3{,}02 & = \underline{0{,}4800069} \\ & \ 17{,}3207401 \ \ldots\ldots\ldots\ \underline{17{,}3207401} \\ & \phantom{=\ 17{,}3207401 \ \ldots\ldots\ldots\ \ } 1{,}1469604 \text{ is} \end{array}$$

de log. van 14,02.

21. Om 28 te deelen door 50?

$$\begin{array}{rl} \text{Log. } 28 & = 1{,}4471580 \\ \text{» } 50 & = \underline{1{,}6989700} \\ & \ \overline{1},7481880 \text{ is de log. van } 0{,}56. \end{array}$$

De aanvulsels dezer twee logarithmen worden op de gewone wijze afgetrokken; voor den aanwijzer heeft men $0 - 1 = - 1$.

Als men den wijzer van den log. van 28 met 10 verhoogd hadde, zoude de rest 9,7481880 zijn, welke weder de log. is van 0,56.

22. Welk is het quotient van $\dfrac{0{,}028}{0{,}5}$?

$$\begin{array}{rl} \text{Log. } 0{,}028 & = \overline{2},4471580 \\ \text{» } 0{,}5 & = \underline{\overline{1},6989700} \\ & \ \overline{2},7481880 \text{ is} \end{array}$$

de log. van 0,056.

$$\begin{array}{rl} \text{Log. } 0{,}028 & = 8{,}4471580 \\ \text{» } 0{,}5 & = \underline{9{,}6989700} \\ & \ 8{,}7481880 \text{ is} \end{array}$$

de log. van 0,056.

De wijzers zijn hier $- 2 - (- 1) = - 2 + 1 = - 1$; om verder 6 van 4 af te trekken, moet er één geleend worden, de rest is dus $- 2$.

Men kan dit vraagstuk ook aldus met de complement-logarithmen oplossen:

$$\begin{array}{lrl} & \text{Log. } 0{,}028 & = \overline{2},4471580 \\ \text{comp.} & \text{» } 0{,}5 & = \underline{1{,}3010300} \\ & & - 1{,}7481880 - 1 \\ & & \text{of } \overline{2},7481880 \text{ is} \end{array}$$

de log. van 0,056.

$$\begin{array}{lrl} & \text{Log. } 0{,}028 & = 8{,}4471580 \\ \text{comp.} & \text{» } 0{,}5 & = \underline{1{,}3010300} \\ & & \ 9{,}7481880 - 1 \end{array}$$

is de log. van 0,056.

Voor elken complement-log. moet er 1 afgetrokken worden; wij kregen dus $- 1$ als wijzer, en voor het compl. nog eens $- 1$, dus $- 1 - 1 = - 2$.

23. Om 0,05 tot de 3de magt te verheffen?

$$\begin{array}{ll}
\text{Log. } 0{,}05 = \overline{2},6989700 & \text{Log. } 0{,}05 = 8{,}6989700 \\
\underline{\hspace{6em}}(3 & \underline{\hspace{6em}}(3 \\
\overline{4},0969100 \text{ is} & 26{,}0969100 \\
\text{de log. van } 0{,}000125. & \underline{20} \\
 & 6{,}0969100 \text{ is} \\
 & \text{de log. van } 0{,}000125.
\end{array}$$

Voor de wijzers heeft men:
$-2 \times 3 + 2 = -6 + 2 = -4.$

24. Welke is de 3de magtswortel uit 0,000125?

$$\begin{array}{ll}
\text{Log. } 0{,}000125 = \overline{4},0969100 & \text{Log. } 0{,}000125 = 6{,}0969100 - 10 \\
\text{of } 2{,}0969100 - 6 & \text{of } 26{,}0969100 - 30 \\
3)\underline{\hspace{7em}} & 3)\underline{\hspace{7em}} \\
0{,}6989700 - 2 & 8{,}6989700 - 10 \\
\text{of } \overline{2},6989700 \text{ is} & \text{is de log. van } 0{,}05.
\end{array}$$

de log. van $0{,}05 = \sqrt[3]{0{,}000125}$.

In beide deze bewerkingen zijn de wijzers met een getal verhoogd, dat door het cijfer van het wortelteeken deelbaar was; bij den negatieven wijzer moet dit getal zoo groot zijn, dat die negatieve wijzer door die verhooging verdwijnt.

VIJFDE AFDEELING.

Bevattende eenige voorname meetkundige bepalingen en stellingen.

§ 41. De meetkunde is eene wetenschap, die ons de uitgebreidheden, door ze met elkander te vergelijken en af te meten, doet kennen. Eene *ligchamelijke uitgebreidheid*, of de ruimte, welke eenig ligchaam inneemt of beslaat, heeft drie afmetingen, namelijk *lengte*, *breedte* en *hoogte*. Geen ligchaam kan van eene dezer afmetingen beroofd worden, of het houdt op een ligchaam te zijn.

De grenzen der ligchamen zijn *vlakken*; deze zijn alleen in lengte en breedte uitgebreid, en hebben geene dikte. Men kan een vlak geene dezer afmetingen ontnemen, zonder het te doen ophouden een vlak te zijn. Eene *lijn* is eene uitgebreidheid, die alleen eene lengte-afmeting heeft; men kan haar beschouwen als de grens van een vlak. Elke werkelijk *getrokkene lijn of streep* is, als het ware, een smal vlak, dat twee tegenover elkander gelegene zijden heeft; die zijden stellen ons de *wiskundige lijn* voor. Eene lijn, die de kortste afstand tusschen twee punten is, wordt eene *regte lijn* genoemd. De uiteinden der lijnen zijn *punten*; een punt heeft alzoo volstrekt geene uitgebreidheid, en kan dus niet als eene grootheid op zich zelve beschouwd worden.

Aan de uiteinden der lijnen en andere deelen van eene figuur, die men onderscheiden wil, stelt men letters, ten einde daardoor die lijn of figuur geheel of in eenige nadere deelen te doen kennen of te benoemen; aldus wordt nevensstaande lijn, A————————B, de lijn AB genoemd.

Als men twee lijnen met elkander vergelijkt, zal men bevinden, dat ze of *gelijk* of *ongelijk* zijn. Wil men over de lengte of grootte

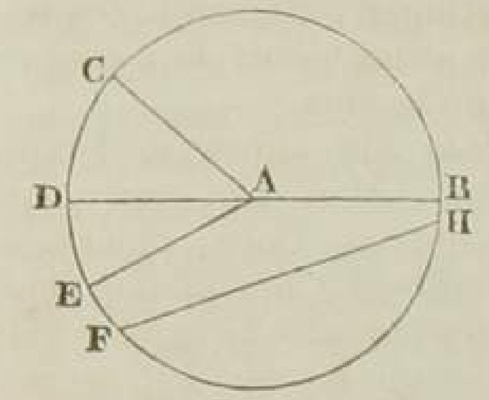
van eene lijn oordeelen, zoo heeft men eene maat noodig, waarmede zij kan gemeten worden. Is verder zulk eene maat, bijv., op eene lijn 7 en op eene andere 11 malen begrepen, dan staan deze lijnen tot elkander in reden als 7 : 11; zie § 27.

Ten opzigte der regte lijnen, en in het algemeen van alle grootheden, heeft men:

1°. *Wanneer men bij twee gelijke lijnen of grootheden twee andere gelijke voegt, zullen de sommen dezer lijnen of grootheden gelijk zijn.* 2°. *Trekt men van gelijke lijnen of grootheden andere gelijke af, dan zijn de resten of overschotten gelijk.* 3°. *Neemt men van twee gelijke lijnen of grootheden het twee-, drie- of viervoudige; enz., dan zullen in de producten wederom gelijke lijnen of grootheden verkregen worden.* 4°. *Als gelijke lijnen of grootheden met ongelijke vermeerderd worden, zullen de grootste ook de grootste sommen geven, en bij vermindering de kleinste.* 5°. *Als van twee gelijke lijnen of grootheden de helft, het derde, vierde deel, enz., genomen wordt, zullen de overschietende deelen weder gelijk zijn.* 6°. *Het geheel is gelijk aan al zijne deelen te zamen genomen, en één deel is kleiner dan het geheel.* 7°. *Als* A *gelijk is aan* B *en* B *gelijk is aan* C, *zoo is ook* A *gelijk* C.

Deze en dergelijke waarheden, welke op zich zelven zoo duidelijk zijn, dat ieder die gereedelijk kan begrijpen, noemt men *axioma's*, en daarop steunen vele der meetkundige redeneringen en bewijzen.

§ 42. Eene lijn, die voortdurend van rigting verandert, wordt *kromme lijn* geheeten. Het aantal verschillende kromme lijnen is onbepaald. Van al de kromme lijnen brengt men slechts ééne tot het gebied der lagere meetkunde en deze is de *cirkel-omtrek*.

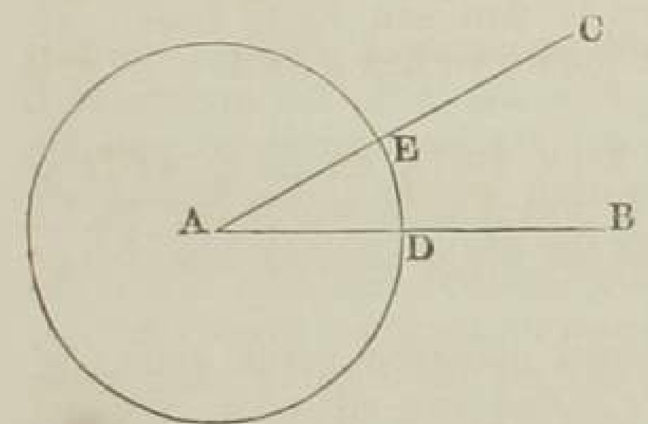


§ 43. Wanneer men de punt van een' passer in A plaatst, en met eene opening, gelijk aan AB, het andere been doet bewegen, dan zal daardoor de kromme lijn BCDEB beschreven worden, die men *cirkel-omtrek* noemt, en het vlak, daardoor ingesloten, wordt *cirkel-vlak* geheeten. Een *boog* is een gedeelte van eenen cirkel-omtrek; aldus zijn CD, DE, enz. bogen. Uit de zamenstelling dezer figuur volgt, dat elk punt, in den cirkel-omtrek gelegen, even ver van het middelpunt A is verwijderd, alsmede dat een cirkel-omtrek geen begin of einde heeft. De regte lijnen AB, AC, AD en AE, welke alle van het middelpunt tot den omtrek loopen, noemt men *stralen* of *radiën* van den cirkel. De lijn DB, die, door het middelpunt gaande, wederzijds in den omtrek eindigt, en den cirkel in twee gelijke deelen verdeelt, wordt *middellijn* of *diameter* genoemd. Alle stralen, AB, AC, enz. van een' cirkel zijn even lang, en even zoo zijn al de middellijnen, die men in eenen cirkel kan trekken of denken, van gelijke lengte. Het aantal, dat men van beide deze lijnen in eenen cirkel kan stellen, is onbepaald. Het is duidelijk, dat elke middellijn van een' cirkel gelijk is aan twee stralen of $BD = BA + AD$. Eene lijn FH in een' cirkel, welke van omtrek tot omtrek doch niet door het middelpunt van den cirkel gaat, wordt *koorde* of *pees* genoemd. Elke koorde deelt het cirkel-vlak in twee ongelijke deelen. Het gedeelte DAC van een cirkel-vlak, dat tusschen twee radiën en een' boog begrepen is, draagt den naam van *cirkel-sector*, en dat gedeelte, dat tusschen eene koorde FH en een' boog FH gelegen is, noemt men *cirkel-segment*.

§ 44. De omtrek van elken cirkel wordt in 360 gelijke deelen verdeeld, welke deelen men *graden* noemt. Daar nu alle cirkels, hetzij groot of klein, in 360 gelijke deelen verdeeld kunnen worden, en dan 360° bevatten, is de grootte van één' graad geene vaste grootheid, maar is grooter of kleiner, naar mate de omtrek des cirkels groot of klein is. Elke graad wordt weder in 60 deelen verdeeld, welke *minuten* genoemd worden, elke minuut bevat 60 *seconden*, en de nog kleinere deelen worden verder in decimale deelen van seconden uitgedrukt. Om deze onderdeeling in *zestig*, wordt deze verdeeling de *sexagesimale verdeeling* genoemd. Volgens een voorstel der Commissie voor het wijsgeerige stelsel van maten en gewigten zoude men den cirkel-omtrek in 400 graden moeten verdeelen, verder den graad in 100 minuten, elke minuut in 100 seconden, enz.; deze zoogenoemde *decimale verdeeling* is echter niet in gebruik gekomen. Al de gewone bij den zeeman in gebruik zijnde Tafelen en Instrumenten, zijn ook naar de verdeeling van 360° en de sexagesimale onderdeeling ingerigt.

Een cirkel omtrek wordt mede verdeeld in 32 deelen, welke men dan de *streken van het kompas* noemt, elke streek is dus in de graadverdeeling gelijk 360° : 32 = 11° 15′. Sommige bepaalde cirkels ondergaan nog andere verdeelingen, welke wij nader zullen doen kennen.

§ 45. Als twee regte lijnen AB en AC elkander in een punt A ontmoeten of snijden, zoo wordt de gedeeltelijk onbepaalde binnenruimte BAC *hoek* genoemd. De lijnen AB en AC van den hoek, heet men de *beenen*, en het punt A, waar zij te zamen komen, het *hoekpunt*. Wordt een hoek op een plat vlak voorgesteld, zoo noemt men dien: *platten hoek*, ter onderscheiding van de hoeken op bollen, welke *bolvormige hoeken* heeten.

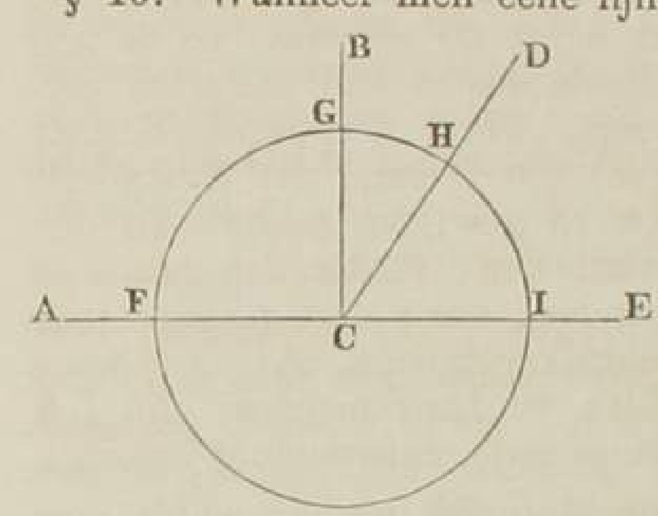


Een hoek wordt door ééne letter alleen of door drie letters aangetoond of benoemd. Als men hem door ééne letter aanwijst, plaatst men deze in of bij het hoekpunt; wil men een' hoek door drie letters aanduiden, dan moet men altijd de letter, welke aan het hoekpunt staat, in het midden stellen van de twee andere letters, die aan het einde der beenen gesteld worden; aldus zal men den bovenstaanden hoek kunnen heeten: hoek A, of hoek BAC of CAB. Komen bij het hoekpunt A meer dan één hoek te zamen, dan is men, ter voorkoming van verwarring, meestal gehouden om den hoek, dien men bepaaldelijk wil aanduiden, door drie letters aan te toonen.

Vermits de ruimte, welke den hoek vormt, aan eenen kant onbepaald of onbegrensd is, doet de lengte der beenen tot de grootte van den hoek niets af, en verandert deze geenszins als de beenen langer-

of korter gemaakt worden. Wanneer men uit het hoekpunt A, als middenpunt, eenen cirkel beschrijft, zoo zal de boog ED grooter of kleiner worden, naarmate het been AC van den hoek BAC, zich verder van de lijn AB verwijdert of tot haar nadert. De boog ED, die met den hoek BAC afneemt en toeneemt, kan men als de maat des hoeks beschouwen, dat wil zeggen: eene maat der bogen zal op den boog DE even veel malen bevat zijn, als de maat der hoeken op den hoek BAC. Op dezen grond steunt de uitdrukking: *de hoeken worden gemeten door bogen*, en de ∠ BAC = boog DE.

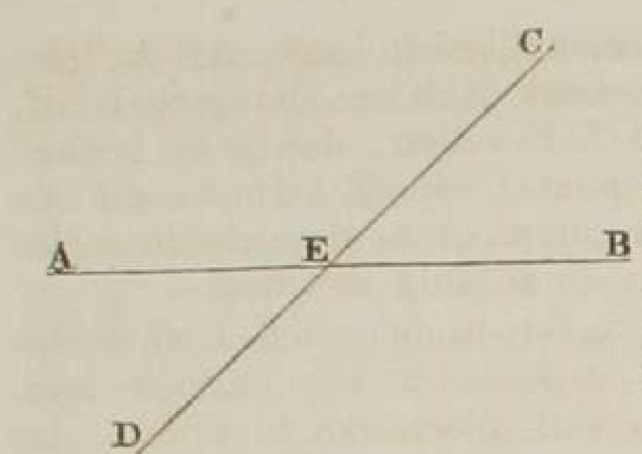
§ 46. Wanneer men eene lijn BC zoodanig op eene andere lijn AE stelt, dat de hoeken ACB en BCE even groot zijn, zoo zegt men, dat BC *loodregt* of *perpendiculair* op AE staat, en de gelijke hoeken ACB en BCE worden *regte hoeken* genoemd. Stelt men buiten de lijn BC, in C eene andere lijn DC, zoo heeft men aan de eene zijde van de lijn AE drie hoeken, namelijk de hoeken ACB, BCD en DCE, die te zamen genomen, zoo groot zijn als de twee regte hoeken ACB en BCE of, in het algemeen, als op eene regte lijn eene andere getrokken wordt, zoo vormt zij daarop twee hoeken, die te zamen genomen, gelijk zijn aan twee regte hoeken. De waarheid dezer stelling is uit de beschouwing der figuur zigtbaar, want is ACB = BCE, en elk gelijk aan een' regten hoek, zoo is het blijkbaar, dat de ∠ ACD zoo veel grooter is dan een regte hoek, als de ∠ DCE kleiner is dan een zoodanige hoek, en dus ∠ACD + ∠DCE = ∠ACB + ∠BCE.



De ∠ DCE is kleiner dan de regte hoek BCE, en de ∠ ACD is grooter dan de regte hoek ACB. In de meetkunde wordt een hoek, die kleiner is dan regt, een *scherpe* hoek en die grooter is een *stompe* hoek genoemd.

De hoeken BCD en DCE zijn te zamen genomen gelijk een' regten hoek, zij heeten daarom *complements hoeken* van elkander. Vormen twee hoeken, bijv., ACD en DCE te zamen twee regte hoeken, zoo noemt men deze *supplements hoeken*. De hoeken worden, zoo als gezegd is in § 45, gemeten door bogen uit het hoekpunt getrokken; dus is de regte hoek ACB = de boog FG = $\frac{1}{4}$ van 360° en dus gelijk 90°. Een scherpe hoek, bijv. ∠DCE = HI, is dus minder dan 90°, en een stompe hoek, ∠ ACD = FH is grooter dan 90°. Is dus een hoek, bijv. 60°, zoo is het complement 30° en het supplement 120°; van 50° is het complement 40° en van 40° is 50° het complement, enz. Een achtste van een cirkel-omtrek, of 45°, noemt men *octant*, een vierde, 90°, *quadrant*, en een zesde, 60°, *sextant*.

Uit het bewezene volgt nog, dat, als in een punt C, aan eene zijde van eene lijn AE, verscheidene lijnen te zamen komen, al de daardoor gevormde hoeken ACB, BCD, DCE, enz. te zamen genomen, gelijk zijn aan twee regte hoeken.

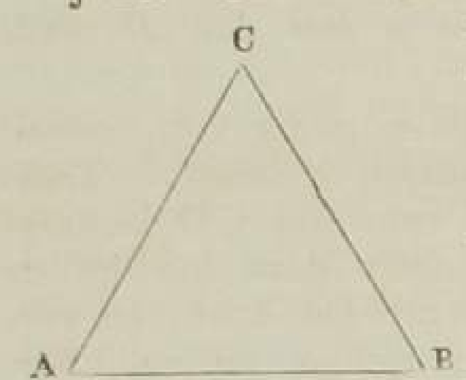


§ 47. Als twee regte lijnen AB en CD elkander in een punt E doorsnijden, dan zijn de tegenover elkander staande hoeken even groot, namelijk $\angle AEC = \angle DEB$ en de $\angle AED = \angle CEB$. De waarheid dezer stelling blijkt, als men in aanmerking neemt, dat:

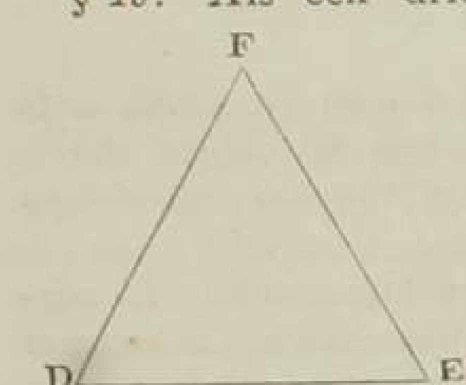
$$\angle AEC + \angle CEB = \angle CEB + \angle DEB = 2 \text{ regte hoeken}$$
$$\text{af} \qquad \angle CEB = \angle CEB$$
$$\text{blijft} \quad \angle AEC \quad = \quad \angle DEB.$$

Op gelijke wijze laat zich ook de gelijkheid van $\angle AED$ en $\angle CEB$ betoogen. Is alzoo een dezer hoeken, bijv. $\angle AED$, in grootte bekend, dan zullen ook de overige hoeken bekend zijn.

§ 48. Om eene ruimte geheel te bepalen of in te sluiten, heeft men minstens drie lijnen noodig; de figuur daardoor ontstaande, wordt *driehoek* genoemd. De figuur ABC is alzoo een *driehoek*, en daar deze hier op een plat vlak gesteld wordt, een *platte driehoek*. Een driehoek heeft drie zijden en drie hoeken, gevolgelijk zes termen. De onderste zijde hier AB, heet *basis* of *grondzijde*; de beide hoeken A en B, aan de grondzijde, noemt men *hoeken aan de basis* en den hoek C *tophoek*.



§ 49. Als een driehoek DEF zoodanig gevormd is, dat hij, in allen deele passende, op een' anderen driehoek ABC der vorige §, kan gelegd worden, zoodat alle hoeken en zijden dezer twee driehoeken volkomen overeenstemmen, dan zegt men, dat deze *driehoeken zijn gelijk en gelijkvormig*.



De gegevens van twee driehoeken kunnen zoodanig zijn, dat zij op elkander gelegd, zich moeten bedekken, en dus gelijk en gelijkvormig zijn, en zijn de volgende gevallen als de belangrijkste deswege aan te merken:

1e. *De driehoeken* ABC *en* DEF (§ 48 en 49) *zullen op elkander passen, als de zijde* AB *van den eenen gelijk de zijde* DE *des anderen is, en de twee hoeken op deze zijden in beide driehoeken mede, elk achtervolgens, aan elkander gelijk zijn.* Neem, om de waarheid dezer stelling aan te toonen, den driehoek ABC op, en leg dien op den driehoek DEF, en wel zoodanig, dat AB op DE komt, dan zullen de lijnen AC en DF, alsmede BC en EF, dewijl de $\angle A = \angle D$ en $\angle B = \angle E$ is, langs of op elkander komen. De snijpunten dezer eveneens loopende lijnen mede op elkander vallende, zullen de beide driehoeken elkander volkomen bedekken, *en dus deze driehoeken gelijk en gelijkvormig zijn.*

2e. *Twee driehoeken zullen gelijk en gelijkvormig zijn, als zij twee zijden*

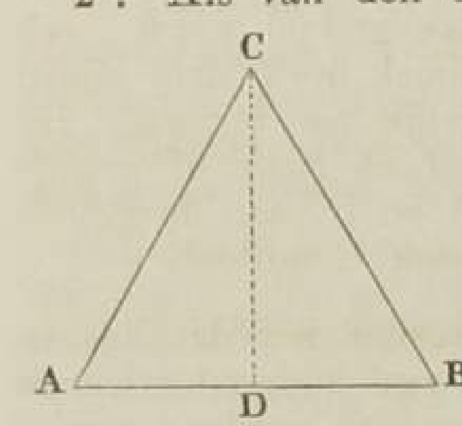
met den ingesloten hoek gelijk hebben; bijvoorb. stel AB = DE, AC = DF en $\angle A = \angle D$. Leg den driehoek ABC zoodanig op DEF, dat AB op DE ligt, dan zal AC op DF vallen, dewijl de hoeken A en D gelijk zijn. Verder zal het punt C op F komen, om de gelijkheid der lijnen AC en DF, en hierdoor is de gelijkheid der zijden BC en EF volkomen bepaald en de stelling bewezen.

3e. *Twee driehoeken zijn gelijk en gelijkvormig, indien de zijden van den eenen achtervolgend gelijk de drie zijden des anderen zijn.* Wordt weder AB op DE gelegd, dan valt alleen aan te wijzen, dat $\angle A = \angle D$ is, om de stelling tot de vorige terug te brengen. Was de hoek A grooter of kleiner dan D, dan zoude de overstaande zijde BC ook grooter of kleiner dan EF moeten zijn, hetgeen tegen de stelling strijdt, en de gelijkheid dezer zijden sluit dan tevens die der hoeken A en D in zich.

§ 50. Bij de driehoeken doen zich nog onderscheidene bijzonderheden voor, welke vooral dienen gekend te worden. Zie hier eenige der voornaamste:

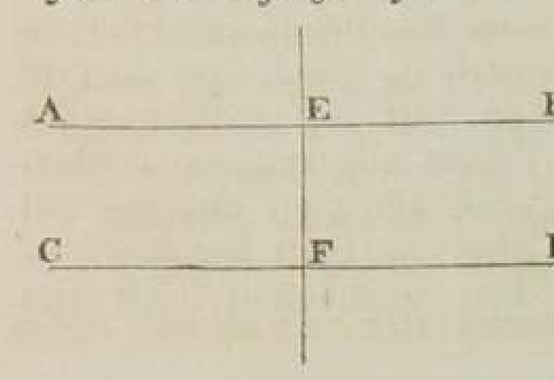
1°. *In elken driehoek zijn twee zijden te zamen grooter dan de derde alleen.*

2°. Als van den driehoek ABC de drie zijden gelijk zijn, noemt men dien een' *gelijkzijdigen driehoek.* Trekt men uit den tophoek C eene lijn CD loodregt op de basis AB, zoo deelt deze loodlijn de basis en den tophoek C midden door, en vermits men daardoor twee gelijke en gelijkvormige driehoeken ACD en BCD bekomt, blijkt het dadelijk, volgens het boven aangevoerde, dat de hoeken A en B gelijk zijn.

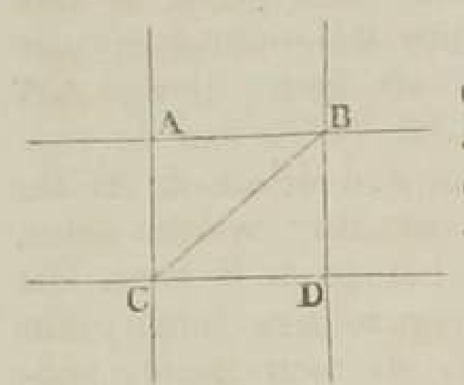


Laat men uit A eene loodlijn op BC, zoo heeft men op gelijke wijze $\angle B = \angle C$, en dus $\angle A = \angle B = \angle C$, en hieruit volgt: dat in eenen gelijkzijdigen driehoek de hoeken gelijk zijn, en dus: *over de gelijke zijden staan gelijke hoeken.* Zijn echter de zijden ongelijk, zoo zijn de hoeken mede ongelijk, en men heeft in het algemeen: *In elken driehoek staan tegenover ongelijke zijden ook ongelijke hoeken, en wel over den grootsten hoek de grootste zijde en over den kleinsten hoek de kleinste zijde, en omgekeerd.*

§ 51. Wanneer in een vlak *twee lijnen* zoodanig worden getrokken, dat zij overal gelijken afstand van elkander hebben, en hoe ver ook verlengd, elkander nimmer ontmoeten of snijden, dan noemt men deze lijnen *evenwijdige lijnen.*

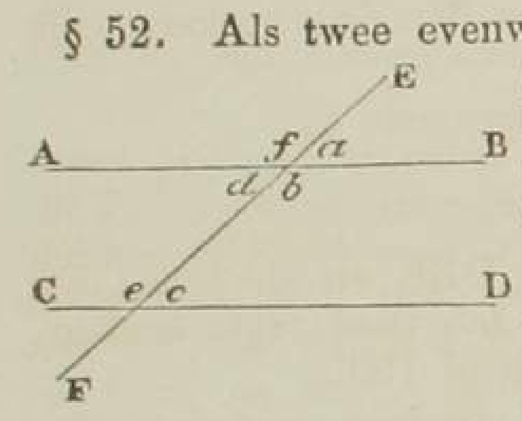


De beide regte lijnen AB en CD worden als evenwijdige lijnen aangenomen, zij zullen dus, hoe ook verlengd, steeds denzelfden afstand EF van elkander houden. Als nu de lijn EF loodregt door AB gaat, zal deze, als zij verlengd wordt, ook loodregt door de andere evenwijdige lijn gaan, en gevolgelijk zullen al de hoeken, die om de punten E en F op die wijze ontstaan of zich aldaar om de gezegde lijnen vormen, regt zijn.



Als twee evenwijdige lijnen AB *en* CD, *door twee andere evenwijdige lijnen* AC *en* BD *loodregt doorsneden worden, en men de lijn* BC *trekt, zullen daardoor twee gelijke en gelijkvormige driehoeken ontstaan, en de* $\angle$ ABC *zal gelijk den* $\angle$ BCD *zijn.* Want de lijnen AC en BD zijn gelijk, vermits de afstand van twee evenwijdige lijnen steeds gelijk is; AB is, om dezelfde reden, gelijk CD, en BC aan beide driehoeken gemeen zijnde, zullen de overeenkomstige zijden van de driehoeken ABC en BCD aan elkander gelijk zijn, derhalve de driehoeken ACB en CBD gelijk en gelijkvormig en $\angle$ ABC $=$ $\angle$ BCD en $\angle$ ACB $=$ $\angle$ CBD.

§ 52. Als twee evenwijdige lijnen door eene derde naar willekeur doorsneden wordt, dan ontstaan daardoor acht hoeken, welke door de volgende benamingen onderscheiden worden: a en c, als ook f en e, zijn *overeenkomstige hoeken;* c en d, alsmede b en e, zijn *inwendig verwisselende hoeken; de hoeken* EaB en CeF, *uitwendig verwisselende hoeken;* b en c, *inwendige hoeken aan eenen kant der snijlijn*, enz.



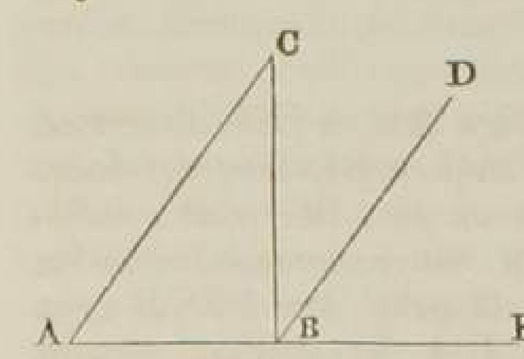
Ten opzigte van deze figuur heeft nu het volgende plaats:

1°. *De overeenkomstige hoeken zijn gelijk.* 2°. *De inwendig verwisselende hoeken zijn mede gelijk.* 3°. *De uitwendig verwisselende hoeken even groot.* En 4°. *De inwendige en ook de uitwendige hoeken aan denzelfden kant der snijlijn zijn te zamen gelijk aan twee regte hoeken.*

Bewijs. Dat de hoeken c en d of de inwendig verwisselende hoeken gelijk zijn, volgt onmiddellijk uit de stelling der voorgaande §. Vermits $\angle d = \angle a$ is, als overstaande hoeken, moet ook $\angle a = \angle c$ zijn, en alzoo de overeenkomstige hoeken gelijk, want $\angle a = \angle c$ zijnde, moet ook $\angle f = \angle e$ wezen. De gelijkheid der uitwendig verwisselende hoeken CeF en EaB is almede klaarblijkelijk, want $\angle a = \angle c$ en $\angle c = \angle$ CeF zijnde, is ook $\angle a = \angle$ CeF.

Dat eindelijk de som der uitwendige, zoo wel als die der inwendige hoeken, aan denzelfden kant der snijlijn, gelijk twee regte hoeken of 180° is, is alsmede gemakkelijk aan te toonen, dewijl $\angle a + \angle b = 2 \llcorner$ of 180° is, en $\angle a = \angle c$ zijnde, zal ook $\angle b + \angle c = 2 \llcorner$ of 180° wezen. Met de uitwendige hoeken kan men op gelijke wijze redeneren. Uit dit alles blijkt, dat in deze figuur alle scherpe hoeken en ook alle stompe hoeken aan elkander gelijk zijn, en dat als een van deze in grootte bekend of gegeven is, alle overigen berekend of gevonden kunnen worden, door namelijk den gegevenen hoek van 180° of twee regte hoeken af te trekken.

§ 53. Het is eene ook in de zeevaartkunde belangrijke stelling, dat, als men van eenen driehoek eene der zijden verlengt, de buitenhoek gelijk is aan de twee overstaande inwendige hoeken van den driehoek, dat is, als men, bijv., AB verlengt, zoo is de $\angle$ CBE gelijk aan de som der hoeken A en C van den driehoek ACB.



De waarheid dezer stelling wordt aldus bewezen. Trek door het punt B eene lijn BD evenwijdig aan AC, dan zijn AC en BD evenwijdige lijnen, die door eene derde AE of CB doorsneden worden, en men heeft, volgens § 52, de overeenkomstige hoeken CAB en DBE, als ook de verwisselende hoeken ACB en CBD zijn gelijk, en dit geeft:

$$\begin{array}{rl} & \angle \mathrm{CAB} = \angle \mathrm{DBE} \\ & \angle \mathrm{ACB} = \angle \mathrm{CBD} \text{ en dus} \\ \hline \text{ook} & \angle \mathrm{CAB} + \angle \mathrm{ACB} = \angle \mathrm{DBE} + \angle \mathrm{CBD} = \angle \mathrm{CBE}. \end{array}$$

§ 54. In elken platten driehoek is de som der drie hoeken gelijk aan twee regte hoeken of 180°.

$$\begin{array}{rl} \textit{Bewijs:} & \angle \mathrm{A} = \angle \mathrm{DBE}, \text{ fig. der voorgaande §,} \\ & \angle \mathrm{C} = \angle \mathrm{CBD} \text{ en} \\ \text{ook} & \angle \mathrm{ABC} = \angle \mathrm{ABC} \text{ en dus} \\ \hline \end{array}$$

$\angle$ A $+$ $\angle$ C $+$ $\angle$ ABC $=$ $\angle$ ABC $+$ $\angle$ CBD $+$ $\angle$ DBE en de som dezer drie laatste hoeken is, volgens § 46, gelijk aan twee regte hoeken, en dus ook $\angle$ A $+$ $\angle$ C $+$ $\angle$ ABC $=$ 2 R. hoeken of 180°.

Uit het hier aangevoerde blijkt, *dat een driehoek, niet meer dan één' regten hoek en ook niet meer dan éénen stompen hoek kan hebben;* want in het tegenovergestelde geval, zoude de som der drie hoeken eens driehoeks meer dan 180° moeten zijn.

Uit het een en ander hier aangevoerde leidt men nog deze belangrijke gevolgen en bepalingen af:

1°. Als van eenen driehoek twee hoeken bekend of gegeven zijn, vindt men den derden, door de som van de beide gegevene hoeken van 180° of 2 R. hoeken af te trekken. Stel, gegeven $\angle$ A$=$45° en $\angle$ B$=$70°; vrage $\angle$ C? zoo heeft men:

$$\begin{array}{rl} & \angle \mathrm{A} + \angle \mathrm{B} + \angle \mathrm{C} = 180^\circ \\ & \angle \mathrm{A} + \angle \mathrm{B} \qquad\quad = 115 \\ \hline & \text{en dus } \angle \mathrm{C} = 65^\circ. \end{array}$$

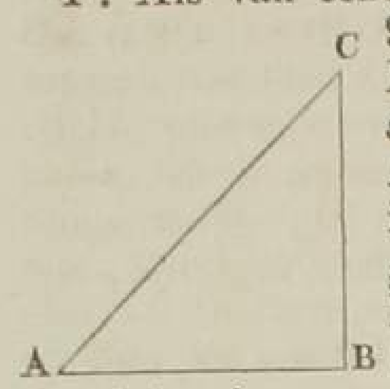
2°. Van eenen gelijkzijdigen driehoek (fig. van § 50) zijn de drie hoeken elk afzonderlijk gelijk $\frac{1}{3}$ van 180° of 2 R. hoeken, dus elk gelijk 60°.

3°. Als van eenen gelijkbeenigen driehoek de tophoek gegeven is, zoo vindt men elken hoek aan de basis, door den tophoek van 180° af te trekken en het overschot door 2 te deelen; stel, bijv., de tophoek C gegeven, gelijk 45°, zoo heeft men:

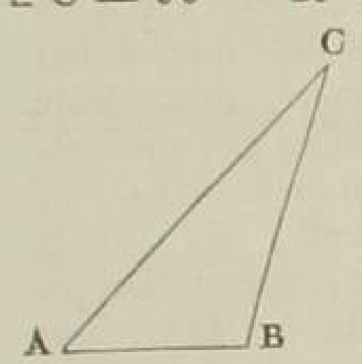
$$\begin{array}{rl} & \angle \mathrm{A} + \angle \mathrm{B} + \angle \mathrm{C} = 180^\circ \\ \text{en} & \qquad\qquad\quad \angle \mathrm{C} = 45 \\ \hline \text{blijft} & \angle \mathrm{A} + \angle \mathrm{B} = 135^\circ, \\ 2) & \overline{\qquad\qquad\qquad} \\ \text{dus} & \angle \mathrm{A} = \angle \mathrm{B} = 67^\circ\, 30'. \end{array}$$

Is een der hoeken aan de basis gegeven, bijv., $\angle A$, zoo is ook $\angle B$ bekend, want $\angle A = \angle B$, en men heeft dan den tophoek $C = 180° - 2 \times \angle A$.

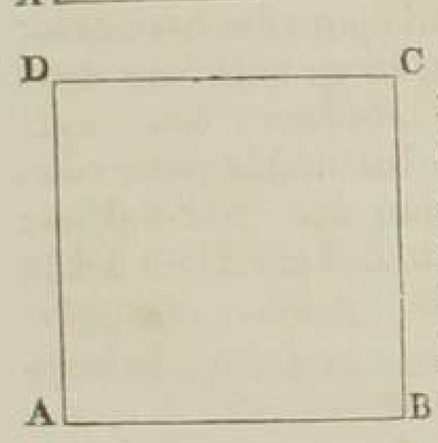
4°. Als van eenen driehoek ABC een der hoeken, bijv., B regt of



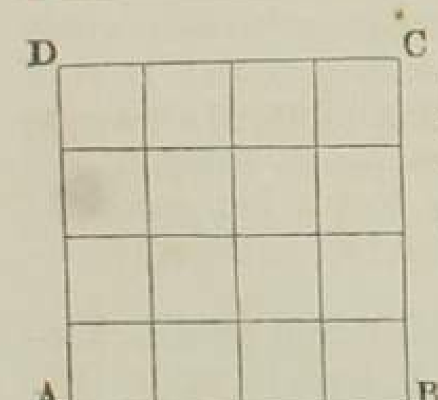
90° is, zoo heet deze driehoek *regthoekige driehoek*. De zijde AC over den regten hoek, heet dan *schuinsche* zijde of *hypothenusa*, BC de *opstaande zijde* en AB de *basis* of *grondzijde*. Daar $\angle B = 90°$ of regt is, zoo moeten dus de hoeken A en C te zamen genomen, gelijk 90° zijn. Is dus van eenen regthoekigen driehoek een der scheeve hoeken, A of C, bekend, zoo vindt men den anderen hoek door den bekenden van 90° af te trekken. Is, bijv., $\angle A = 40° 30'$, zoo is $\angle C = 90° - \angle A = 90° - 40° 30' = 49° 30'$, of ook $\angle A = 90° - \angle C = 90° - 49° 30' = 40° 30'$.



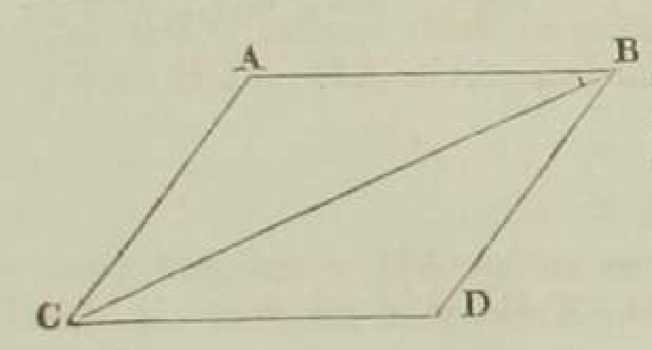
5°. *Stomphoekig* wordt een driehoek genoemd, als hij eenen stompen hoek heeft. Stel, bijv., $\angle B = 110°$, zoo wordt de driehoek ABC een stomphoekige driehoek geheeten.



§ 55. Een vlak, binnen vier lijnen besloten, noemt men in het algemeen eenen *vierhoek*. Zijn de vier zijden AB, BC, CD en AD even lang en de hoeken regt, dan heet zulk eene figuur *quadraat* of *vierkant*. Stelt nu de lijn AB eene eenheid voor, bijv. eene el, eene roede enz., dan zal de figuur ABCD eene vierkante el, vierkante roede, enz., aanduiden.



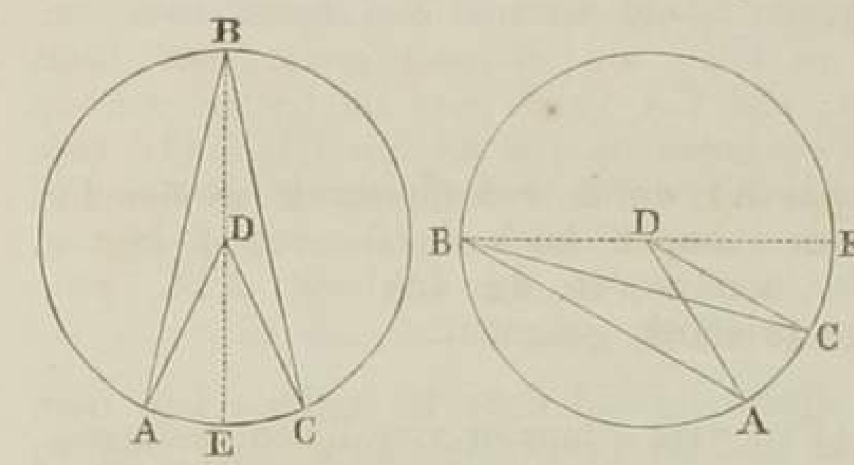
Als men eene der gelijke zijden van een vierkant in lengte genomen, met zich zelve vermenigvuldigt, zoo verkrijgt men in het product den vlakken inhoud van het vierkant. Bijv.: Indien $AB = 4$ ellen is, zal het geheele vierkant ABCD, 4×4 of 16 vierkante ellen bevatten. De beschouwing van de figuur doet zulks duidelijk inzien, en het valt daarbij in het oog, dat als van een vierkant de vlakke inhoud bekend is, de lengte der zijden gevonden wordt door den quadraat- of vierkants wortel te trekken uit het vierkant of quadraat (§ 14).



Als van een' vierhoek de overstaande zijden evenwijdig zijn, noemt men deze figuur een *parallelogram*. Elk vierkant of quadraat stelt dus almede een parallelogram voor, omdat de overstaande zijden evenwijdig loopen. De lijn, welke tusschen twee overstaande hoekpunten getrokken wordt, bijv., de lijn CB, die tusschen de hoekpunten B en C gelegen is, noemt men *hoekpuntslijn* of *diagonaal*. *Elk parallelogram wordt door den diagonaal in twee gelijke deelen verdeeld.*

Bewijs. Om de evenwijdigheid der tegenover elkander staande zijden zijn de verwisselende binnenhoeken gelijk, of is $\angle ACB = \angle CBD$ en $\angle BCD = \angle ABC$; de twee driehoeken ABC en CBD hebben de zijde CB gemeen en de aanliggende hoeken gelijk, en zijn bijgevolg gelijk en gelijkvormig. Hieruit volgt, dat van elk parallelogram de overstaande hoeken als ACD en ABD, alsmede A en D, gelijk zijn. Was een dezer hoeken regt, dan zouden ook de andere regt zijn, en de figuur een regthoekig parallelogram of *regthoek* voorstellen.

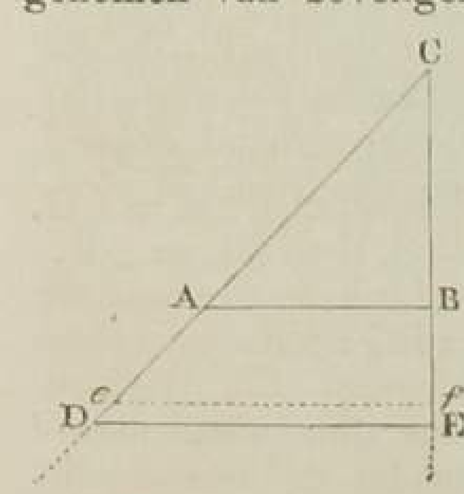
Uit de gelijkheid der zijden AC en BD, als ook van AB en CD, blijkt, dat wanneer twee evenwijdige lijnen door twee andere evenwijdige gesneden worden, de overstaande afgesnedene stukken gelijk zullen zijn.



§ 56. De hoeken CBA en CDA, die op denzelfden boog AC staan, maar wier toppunten óf in het middelpunt D van den cirkel, óf in den omtrek, bijv., in B gelegen zijn, verschillen in grootte. De $\angle CDA$, aan het middelpunt, is het tweevoudige in grootte van den hoek $\angle CBA$ aan den omtrek. Trek, om dit te bewijzen, eene lijn BE uit het hoekpunt B aan den omtrek en door D het middelpunt van den cirkel, waarin deze hoeken gelegen zijn; dan zijn in de driehoeken ADB en DCB, om de gelijkheid der stralen DA, BD en DC, de hoeken DAB en DBA als ook DCB en DBC gelijk. Volgens § 53 heeft men dus:

$\angle CDE = \angle DBC + \angle DCB$, of ook men
heeft $\angle CDE = 2 \angle DBC$, en even zoo
$\angle ADE = 2 \angle DBA$.

Neemt men nu de sommen der leden dezer vergelijkingen, zoo is (§ 41) $\angle ADC = 2 \angle ABC$, en voor het geval, dat het middelpunt D niet tusschen de twee lijnen BA en BC gelegen is, wordt het verschil genomen van bovengen. hoeken en dit geeft de $\angle ADC = 2 \angle ABC$.



§ 57. *Wanneer in eenen driehoek* DCE *eene lijn* AB *evenwijdig met de zijde* DE *getrokken wordt, dan zullen de zijden* DC en EC *daardoor in evenredige stukken verdeeld worden.* Dat is, men erlangt daardoor $AC : AD = CB : BE$, enz.

Bewijs. Laat eene maat De op CA m en op AD n malen begrepen zijn, dan heeft men $CA : AD = m : n$. Trekt men nu door elk der deelpunten, waarin men kan stellen, dat CA en AD door de maat D*e* verdeeld zijn, als *ef* lijnen evenwijdig aan DE, dan bekomt men op BC mede *m* gelijke deelen elk gelijk E*f* en op EB *n* deelen; gevolgelijk zal men hebben CB : BE $= m : n$, en dewijl nu CA en AD in dezelfde verhouding tot elkander staan, heeft men:

$$CA : AD = m : n$$
$$CB : BE = m : n,$$
en dus CA : AD = CB : BE, (§ 30 . 6°)
en ook CA + AD : CA = CB + BE : CB (§ 30 . 4°)
derhalve CD : CA = CE : CB.

Uit het aangevoerde volgt, dat men gemakkelijk *tot drie lijnen in lengte gegeven, eene vierde evenredige lijn kan vinden.* Stel de lijnen N, M en O in lengte gegeven, en dat men eene lijn vraagt, die met deze gegevene lijnen eene evenredigheid vormt. Zoo neem twee onbepaalde lijnen, bijv., CD en CE, die elkander onder een' hoek DCE naar willekeur snijden; stel CA gelijk aan de lengte van de lijn N even zoo AD = M, en neem op CE de lijn CB = O; trek door de punten A en B de lijn AB en door het punt D de lijn DE evenwijdig aan AB, dan vormen deze lijnen eene evenredigheid, en men heeft: AC : AD = CB : BE, en dus ook

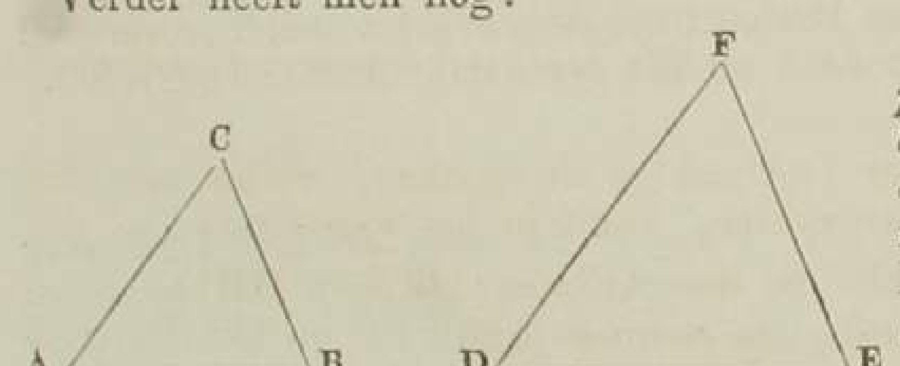
N : M = O : BE.

Om met twee lijnen eene evenredigheid daar te stellen, kan men eene derzelve aannemen als de midden evenredige term. Stel, dat in de laatste evenredigheid gegeven was N en O, zoo neme men O = M en verder AC = N, CD = O = M = CB, en dit zal als boven geven:

N : M = M : CE.

De twee driehoeken ACB en DCE zijn gelijkhoekig, dat is: de achtereenvolgende of overeenkomstig geplaatste hoeken van den eenen driehoek zijn gelijk aan die van den anderen driehoek; want door de gestelde evenwijdigheid van AB en DE zijn de hoeken CAB = CDE, en $\angle$ CBA = $\angle$ CED en de $\angle$ C aan beide driehoeken gemeen. Als dus twee driehoeken achtervolgens gelijke hoeken hebben, zoo zijn die driehoeken *gelijkvormig*.

Verder heeft men nog:



1°. *De overeenkomstig geplaatste zijden van twee gelijkvormige driehoeken zijn evenredig.* In de gelijkvormige driehoeken ABC en DEF heeft men $\angle$ A = $\angle$ D, $\angle$ B = $\angle$ E en $\angle$ C = $\angle$ F.

En dit geeft, AB : DE = AC : DF = BC : EF.

2°. *Twee driehoeken zijn gelijkvormig, als zij eenen hoek gelijk hebben en de zijden om dezen gelijken hoek evenredig zijn.*

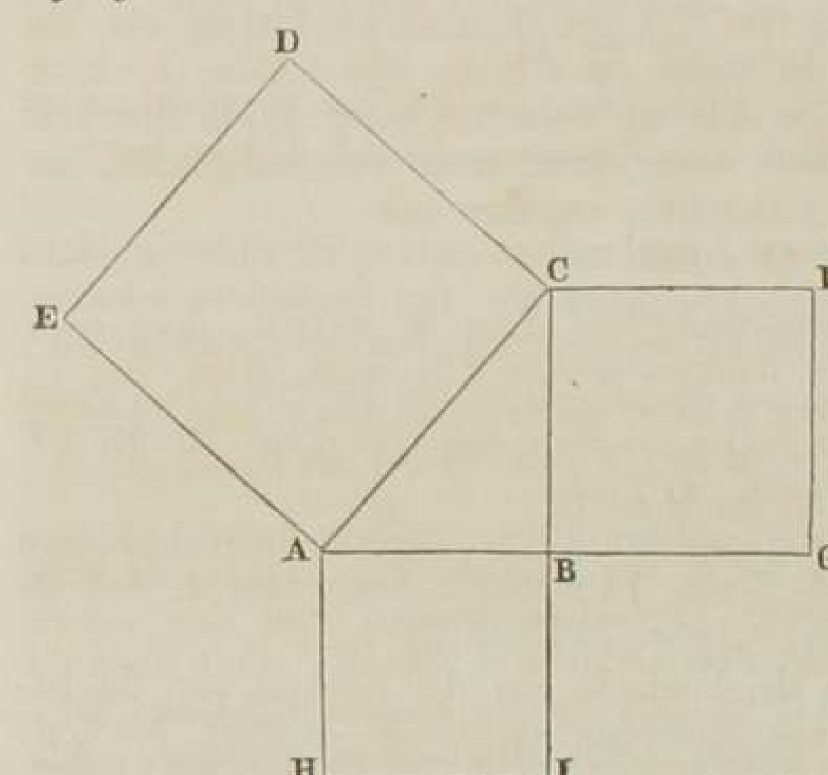
Bewijs. Laat $\angle$ C = $\angle$ F zijn, en gegeven zijn dat AC : DF = BC : EF. De driehoek ACB wordt nu gesteld met het hoekpunt C op het hoek-

punt F, het been CA op FD, dan valt, om de gelijkheid der hoeken C en F, het been CB op FE, en door de gelijkheid der hoeken A en D, en B en E is de lijn AB evenwijdig aan DE, en men verkrijgt eene fig., als in het begin dezer §; men heeft nu voor de lijnen FA, FD en FB, eene vierde evenredige zoekende, FA : FD = FB : x. De gestelde evenredigheid AC : FD = BC : EF, heeft met de voorgaande evenredigheid FA = AC, FB = BC, en de zijde FD gemeen en dus x = FE, en dit geeft FA : FD = FB : FE, enz.

3°. *Als dus twee hoeken van den eenen driehoek gelijk zijn aan twee hoeken van eenen anderen driehoek, zoo zijn de driehoeken gelijkvormig.*

4°. *Als twee regthoekige driehoeken elk eenen gelijken scheeven hoek hebben, zijn die driehoeken gelijkvormig*, en

5°. *Driehoeken zijn gelijkvormig, als de zijden van den eenen driehoek achtereenvolgens loodregt op de zijden van eenen anderen driehoek zijn gesteld.*



§ 58. Indien op elke der zijden AC, AB en BC, van eenen regthoekigen driehoek ABC, een vierkant beschreven wordt, is de inhoud van het vierkant ACDE, op de schuinsche zijde of hypothenusa, zoo groot, als die der twee vierkanten BGFC en ABIH, die op de regthoekszijden BC en AB beschreven zijn, te zamen genomen.

Stel, ter opheldering, AB = 6 voeten en BC = 8 voeten, dan is het vierkant op AB of $AB^2 = 6 \times 6 = 36$

en » » » BC » $BC^2 = 8 \times 8 = 64$

en dit geeft dan: het vierkant op AC of $AC^2 = 100$ vierkante voeten. Trekt men dus uit AC^2 of 100 den vierkantswortel, zoo vindt men AC = 10 voeten.

Uit deze eigenschap der regthoekige driehoeken, welke men het *Theorema* van PYTHAGORAS noemt, volgt in het algemeen:

$$AC^2 = BC^2 + AB^2 \text{ en dus } AC = \sqrt{(BC^2 + AB^2)}.$$

En verder is door omzetting der termen (§ 26):

$$BC^2 = AC^2 - AB^2 \text{ en derhalve } BC = \sqrt{(AC^2 - AB^2)}$$
$$AB^2 = AC^2 - BC^2 \quad » \quad » \quad AB = \sqrt{(AC^2 - BC^2)}.$$

Zijn alzoo twee zijden van eenen platten regthoekigen driehoek gegeven, zoo kan de derde door eene dezer formulen gevonden worden.

1° *Voorb.* Als gegeven zijn de regthoekszijden AB = 96 en BC = 128 ellen; vraagt men naar de lengte der hypothenusa AC?

Oplossing.

$$
\begin{array}{rl}
 & AB^2 = 96 \times 96 = 9216 \\
\text{hier bij} & BC^2 = 128 \times 128 = 16384 \\
\hline
\text{dus} & AB^2 + BC^2 = AC^2 = 25600 \\
\hline
\sqrt{} & AC = 160.
\end{array}
$$

2e *Voorb.* Gegeven zijnde de hypothenusa $AC = 480$ en de regthoekszijde $AB = 288$ ellen; te vinden de andere regthoekszijde BC?

Oplossing.

$$
\begin{array}{rl}
 & AC^2 = 480 \times 480 = 230400 \\
\text{af} & AB^2 = 288 \times 288 = 82944 \\
\hline
 & BC^2 = 147456 \\
\hline
\sqrt{} & \\
\text{dus} & BC = 384.
\end{array}
$$

§ 59. Voorbeelden tot oefening.

1. Hoe veel graden, minuten en seconden bevat een hoek, die $\frac{7}{13}$ van eenen regten hoek is? *Antw.* 48° 27′ 41″.
2. Als een hoek 26° 15′ 13″ is, hoe groot is dan het supplement en het complement? *Antw.* Het complement is 63° 44′ 47″ en het supplement 153° 44′ 47″.
3. Van de vier hoeken, die twee lijnen maken, als zij elkander snijden, is er één groot 135° 27′ 20″; hoe groot zijn dan de andere hoeken, *Antw.* De stompe hoek 135° 27′ 20″ en de scherpe hoeken elk 44° 32′ 40″.
4. In de figuur van § 52 is $\angle a$ of $\angle E a B = 30° 16′ 20″$; hoe groot zijn dan de andere hoeken? *Antw.* De stompe hoeken 149° 43′ 40″ en de scherpe hoeken 30° 16′ 20″.
5. In eenen driehoek is de tophoek 20° 17′ 10″ en de buitenhoek van eenen der hoeken aan de basis 148° 0′ 7″; hoe groot is dan de andere hoek aan de basis? *Antw.* 127° 42′ 57″.
6. In eenen gelijkbeenigen driehoek is een der hoeken aan de basis 30° 15′ 42″; hoe groot zijn dan de beide overige hoeken? *Antw.* De tophoek = 119° 28′ 36″ en de hoek aan de basis 30° 15′ 42″.
7. Van eenen gelijkbeenigen driehoek is de tophoek $\frac{3}{8}$ van 90°; men vraagt dien tophoek, benevens de hoeken aan de basis, in graden, minuten en seconden? *Antw.* De tophoek 33° 45′, en de hoeken aan de basis ieder 73° 7′ 30″.
8. Indien de tophoek van eenen gelijkbeenigen driehoek 120° 13′ 14″ is; hoe groot zijn dan de hoeken aan de basis? *Antw.* Ieder 29° 53′ 23″.
9. In eenen regthoekigen driehoek is een der scherpe hoeken 27° 16′ 18″; men vraagt naar den anderen scherpen hoek? *Antw.* De andere scherpe hoek = 62° 43′ 42″.
10. Als in een' regthoekigen driehoek het verschil der scherpe hoeken 36° 17′ 45″ is; hoe groot is dan elk der hoeken van dien driehoek? *Antw.* De kleinste hoek 26° 51′ 7½″, en de grootste hoek 63° 8′ 52½″.
11. Van twee gelijkvormige driehoeken, § 57, zijn de zijden van den eenen 16, 10 en 14 ellen lang, en de lengte van de drie zijden van den anderen driehoek te zamen is 120 ellen; hoe lang is dan elke zijde van dezen driehoek? *Antw.* 48, 30 en 42 el.

12. Van eenen platten regthoekigen driehoek is de schuinsche zijde 76, en eene der regthoekszijden 62 el; hoe lang is de andere regthoekszijde? *Antw.* 43,95 el.
13. Van eenen regthoekigen driehoek zijn de twee regthoekszijden 55,5 en 73 el; hoe groot is de schuinsche zijde? *Antw.* 91,7 el.
14. Gegeven zijnde, de schuinsche 85,3 en eene der regthoekszijden 53; vrage naar de andere? *Antw.* 66,84.
15. Bekend zijnde de schuinsche zijde 5 Rijnl. voeten, en de eene regthoekszijde 42,75 duim; vrage de andere? *Antw.* 42,1 R. duim.

ZESDE AFDEELING.

Eenige Werkstukken uit de Meetkunst.

§ 60. Door het oplossen van een meetkundig werkstuk verstaat men het zamenstellen van eene figuur, of het uitwerken van een daartoe geschikt wiskundig vraagstuk, door passer, liniaal, transporteur of zekere schaal, koorden en plein-schaal genoemd. Menig eenvoudig vraagstuk der zeevaartkunde, der driehoeksmeting, der schuinsche koersen, enz., werd vroeger dikwerf alleen teekenkundig opgelost. Men geraakt daardoor echter tot minder naauwkeurige antwoorden, dan door berekening. Het ontwerpen en oplossen der werkstukken door figuren, blijft evenwel nog steeds ook voor den zeeman eene belangrijke zaak, en is eene oefening daarin hem nog altijd aan te raden; ook geven vele vraagstukken eerst dan een helder licht ter oplossing als ze in figuur zijn overgebragt. Het daarstellen dezer figuren, berust op meetkundige werkstukken, waarvan wij hier eenige zullen doen kennen.

1°. *Op eene lijn eene loodlijn te trekken.*

Werktuigelijk kan dit door houten driehoekjes of ook door winkelhaken geschieden; te dien einde legt men eene der regthoekszijden van een' driehoek of winkelhaak langs de gegevene lijn, en schuift den driehoek, of winkelhaak, zoo lang in ééne rigting of langs de gegevene lijn voort, tot dat hij ter plaatse komt, waar de loodlijn moet gesteld worden; vervolgens haalt men langs de andere regthoekszijde van den houten driehoek eene lijn, die dan de begeerde loodlijn zal zijn.

Door passer en liniaal, of *Constructie*, zoo als men dit noemt, kan men door een der volgende gevallen hiertoe geraken.

a. Om op eene gegevene lijn AB, fig. 1, plaat 1, *eene loodlijn te stellen, heeft men:* trek met eene willekeurige wijdte van den passer, uit eenig punt C, buiten de lijn AB, eenen boog DE en vervolgens met eene gelijke wijdte uit D, het boogje de, en uit E het boogje fg; deze twee boogjes, die wij *kruisboogjes* zullen noemen, snijden of kruissen zich in F, en bepalen daardoor dit punt F. Door de punten C en F, wordt nu eene lijn CG getrokken, en deze is dan de gevraagde loodlijn.

b. Uit eenig punt C, *buiten eene gegevene lijn* AB, *eene loodlijn tot die lijn te trekken.*

Te dien einde trekke men uit C een' boog DE, die AB ergens in D en E doorsnijdt, en vervolgens uit D en E de kruisboogjes, die het punt F bepalen of daarstellen, en de door C en F getrokkene lijn CG zal weder de gevraagde loodlijn zijn.

c. Om op het midden van AB *eene loodlijn te stellen?*

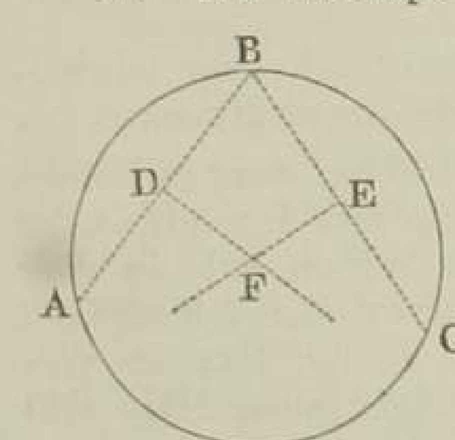
Men neme de punten D en E, beide even ver van de uiteinden der gegevene lijn AB, en uit deze trekke men met gelijke wijdte van den passer, de kruisboogjes, die de punten C en F doen kennen, en door deze eene lijn CF getrokken, zoo is CG of CF de loodlijn, gaande regthoekig door het midden van de gegevene lijn AB.

d. Om eindelijk op het einde van eene gegevene lijn AB *in* A, *fig.* 2, *eene loodlijn te stellen.*

Neem eene willekeurige wijdte des passers AD, en trek uit het punt A den boog DE, en uit D, met gelijken straal, het boogje E; door het snijpunt E en het punt D wordt eene onbepaalde regte lijn getrokken, en de wijdte DE uit E tot in C uitgezet; hierdoor wordt CE = DE; door de punten C en A wordt vervolgens eene lijn getrokken, die alsdan de gevraagde loodlijn in A zal zijn.

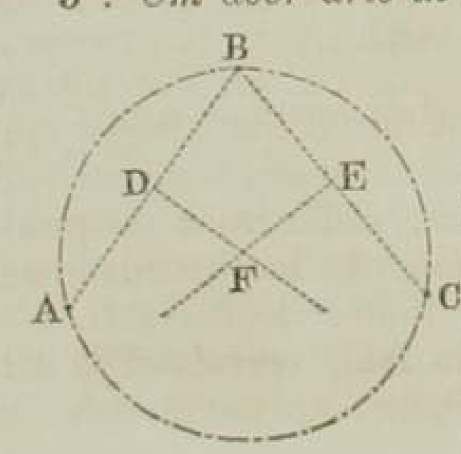
Algemeene aanmerking. Men heeft in deze en dergelijke figuren lijnen of bogen, welke gegeven zijn, en andere, die getrokken moeten worden, om tot de gevraagde te geraken. Aldus heeft men, in figuur 1, in AB de *gegevene* lijn, in de boogjes *fg* en *de*, als ook in den boog DE *hulp-* of *constructie-lijnen*, welke aanleiding geven om de *gevraagde* lijn CG te trekken. Wij hebben deze soorten van lijnen in onze werkstukken zoo veel mogelijk onderscheiden, en daarom de gegevene lijnen iets dikker dan gewoonlijk, de constructie-lijnen gestippeld en de gevraagde lijnen iets anders gestippeld, zoo als uit eene beschouwing der figuren op pl. 1 blijkbaar is.

2°. *Het middelpunt van eenen gegeven cirkel of boog te bepalen.*



Stel gegeven den cirkel of den boog ABC; het middelpunt te vinden, waaruit die cirkel of boog getrokken is. Om dit middelpunt te bepalen, trekke men naar willekeur twee koorden BA en BC (§ 43) en in het midden daarvan worden twee perpendiculairen DF en EF opgerigt; het snijpunt F dezer perpendiculairen is het gevraagde punt, waaruit de gegeven cirkel of boog getrokken is.

3°. *Om door drie in een vlak gegevene punten* A, B *en* C *een cirkel of boog te doen gaan.*



Te dien einde trekke men door de gegevene punten A en B, en B en C lijnen; op het midden dezer lijnen worden nu perpendiculairen DF en EF opgerigt, en het snijpunt F is het gevraagde punt, waaruit een cirkel ABCA of boog ABC getrokken kan worden, die door de gegevene punten zal gaan.

4°. *Om evenwijdige lijnen te trekken.*

Door houten driehoekjes of winkelhaken kan ook dit vraagstuk weder gemakkelijk worden opgelost; ook dienen de paralellinialen om, óf evenwijdige lijnen te trekken, óf de onderling evenwijdige lijnen gemakkelijk te doen onderscheiden. Door constructie kan men onder anderen aldus te werk gaan.

a. Om twee of meer evenwijdige lijnen te trekken.

Men trekke eene lijn AB, *fig.* 3, en in *c* en *d* of in twee naar willekeur genomene punten rigte men twee loodlijnen *c*E en *d*F op, en make *c*E = *d*F; door de punten E en F wordt nu eene regte lijn getrokken, en deze lijn zal evenwijdig zijn aan AB. Op gelijke wijze kan men voortgaan, en, óf *c*E en *d*F verlengen, óf op de lijn EF nieuwe loodlijnen oprigten, en daarop telkens gelijke deelen nemen, en op die wijze vervolgens zoo vele evenwijdige lijnen trekken, als men zal verkiezen.

b. Of ook: neem in de lijn AB, *fig.* 4, twee willekeurige punten C en D, en trek uit deze twee punten de bogen EG en FH, met eenen radius naar verkiezing; trek met deze of gelijke wijdte des passers uit E en F, in genoemde bogen, twee boogjes; hierdoor worden de punten G en H bepaald, en de lijn door die punten getrokken of GH is eene aan AB evenwijdige lijn.

c. Om door een gegeven punt C, fig. 5, *buiten eene lijn* AB, *eene lijn te doen gaan, die evenwijdig is aan de lijn* AB.

Laat door het punt C eene naar willekeur getrokkene lijn CD gaan, die AB ergens, bijv., in D doorsnijdt; trek vervolgens, met de wijdte CD in den passer, uit B een boogje en met BD als straal, uit C, een ander boogje; deze boogjes snijden zich in F, en de lijn CF, gaande door de genoemde twee punten C en F, is weder eene aan AB evenwijdige lijn.

5°. *Eene gegevene lijn* AB *in eenige gelijke deelen te verdeelen.*

Stel, dat AB, *fig.* 6, bijv., in vier gelijke deelen verdeeld moet worden, zoo trekke men door B of A, van de gegevene lijn AB, onder eenen willekeurigen hoek, eene onbepaalde lijn AI en zette in deze met eene naar welgevallen wijdte van den passer vier deelen AF = FG = GH = HI; door de punten I en B trekke men de lijn IB, en vervolgens door al de punten H, G en F evenwijdige lijnen HE, GD en CF. De lijnen AC, CD, DE en EB, die door die evenwijdige lijnen op AB worden afgedeeld, zullen dan alle even groot, en hierdoor de lijn AB in vier gelijke deelen verdeeld zijn.

6°. *Eene figuur te construeren gelijk en gelijkvormig aan eene gegevene figuur.*

Laat ABCDE, *fig.* 7, de gegevene figuur zijn, welke men wenscht over te brengen. Te dien einde trekt men door de merkwaardigste punten van de gegevene kromme lijn, of in de figuur door A, B, C, D en E, evenwijdige lijnen, die men allen even lang neemt, dat is: men trekke AA', BB', CC', enz. allen evenwijdig, en neme AA' =

BB′ = CC′ enz. Door de uiteinden dezer lijnen bij A′, B′, C′, enz. wordt de lijn A′B′C′D′E′ getrokken, die dan in alles gelijk en gelijkvormig zal zijn aan de gegevene lijn.

7°. *Om eenen hoek in gelijke grootte over te brengen of na te teekenen.*

Veronderstellen wij, dat ABC, *fig.* 8, de gegevene hoek zij, trek dan eene willekeurige of onbepaalde lijn B′A′, trek vervolgens uit B, met eenen radius naar welgevallen, den boog AC, en, met dienzelfden radius, uit B′ den boog A′C′, en maak den boog A′C′ = den boog AC en trek door de punten B′ en C′ de lijn B′C′, dan is $\angle$ A′B′C′ = $\angle$ ABC. Of ook, men trekke A′B′ evenwijdig aan AB, en door B eene lijn B′C′ evenwijdig aan BC, dan zal mede de hoek A′B′C′ gelijk zijn aan den gegeven' hoek ABC. Deze vraag geeft ook aanleiding, om op eene gegevene lijn A′B′ eenen hoek te construeren gelijk aan eenen gegevenen hoek ABC.

8°. *Eenen gegevenen hoek* BAC, *fig.* 9, *midden door te deelen.*

Trek met eene willekeurige wijdte des passers uit A eenen boog DE, die de beenen van den gegeven' hoek in D en E doorsnijdt, en uit die snijpunten met gelijken radius de kruisboogjes, welke zich in F snijden; door het hoekpunt A en het snijpunt F, wordt nu eene lijn getrokken, die den hoek BAC, in twee gelijke hoeken CAF en FAB zal verdeelen.

Naar aanleiding dezer oplossing zoude men den boog ED in meer deelen kunnen verdeelen, en mitsdien ook den gegeven' hoek CAB op gelijke wijze verder kunnen verdeelen. Door den boog ED te vergrooten, en eenige deelen daarop uit te zetten, kan men ook naar welgevallen eenen hoek vergrooten.

9°. *Een' driehoek zamen te stellen, waarvan de zijden achtereenvolgend de lengte hebben van drie gegevene lijnen* A, B *en* C, fig. 10.

Zoo men geene bepaling gemaakt heeft, in welke orde zich de lijnen voor den driehoek moeten opvolgen, neme men, bijv., op eene onbepaalde lijn DE, eene lijn A′B′ = C, bijv., men trekke uit A′ met eene wijdte des passers, gelijk aan de lijn B en uit B′ met eene wijdte gelijk aan de lijn A, de twee kruisboogjes, die zich in C′ snijden; vervolgens de lijnen A′C′ en B′C′ getrokken zijnde, zoo zullen de zijden van den driehoek gelijk zijn aan de gegevene lijnen en zal de gevraagde driehoek mitsdien behoorlijk zijn daargesteld.

10°. *Eene schaal te maken, op welke men decimale onderdeelen kan meten.*

Maak eerst een regthoek ABCD, *fig.* 1, *Pl.* II, deel vervolgens de beide langste of over elkander liggende zijden, AB en DC, in gelijke deelen, of neem eene zekere wijdte, bijv., één duim, of welke lengte ook, en zet die uit van A tot 0, van 0 tot 10, van 10 tot 20 enz., handel op gelijke wijze met de lijn DC. Deel de lijn A 0 en de overliggende lijn, als ook AD en BC elk in 10 gelijke deelen, en trek door de punten 9 en D de lijn 9 D en vervolgens door de punten 8, 7, 6 tot 0 lijnen evenwijdig aan 9 D, als ook de lijnen

1—1, 2—2 enz., alsmede de regt opstaande lijnen 0—0, 10—10, 20—20, enz. Om nu op deze schaal, waarvan de deeltjes van A tot 9, van 9 tot 8, als éénheden kunnen aangenomen worden, de tienden van die éénheden te bepalen, moet men in acht nemen, dat de schuinsche opgaande lijnen in 1, 2, 3, 4 enz., elk iets meer afwijken van de lijn 0—0; voor de lijn in 0 is de afwijking op de lijn 1—1 van de lijn 0—0 *één tiende* van onze gestelde éénheid, op de lijn 2—2 is de afwijking *twee tienden*, op de lijn 3—3 is de afwijking *drie tienden*, enz.

Neemt men in deze schaal A—0 aan als de *éénheid*, zoo worden de deelen 0—1, 1—2, enz., tienden van deze éénheid, en de deelen, die men nu door de schuinsche lijnen kan bepalen, worden *tiende deelen* van de tienden en dus *honderdste deelen* van de éénheid der schaal of van de gestelde *éénheid* A—0, enz.

Van het gebruik dezer schaal.

Om op deze schaal, bijv., 25 deelen, die men als mijlen, of welke lengtemaat ook, begeert aan te nemen, te meten, stel ik den passer op de onderste lijn AB, met het eene punt op 20 en met het ander naar A op 5, dan bevat de passer 25 der gezegde deelen.

Om 25,4 af te meten, stelt men den passer op de vierde lijn boven AB, namelijk op de lijn 4 en 4, omdat men 4 tienden moet hebben, het eene punt des passers boven 20 en het andere boven 5 in de schuins opgaande lijn van 5, dan zal de passer eene lijn bevatten, die juist 25,4 van de schaal groot is.

Indien ik eene wijdte van 17,8, volgens onze schaal, in den passer wensch te nemen, stel ik het eene been van den passer in de horizontale lijn 8—8, en wel in de snijding met de schuinsche lijn 7, en breng het andere punt van den passer in het snijpunt van de perpendiculaire lijn 10—10 en de horizontale lijn 8—8; de wijdte des passers zal dan gelijk zijn aan 10 *deelen* + 7 *deelen* en nog 8 *tiende deelen* of 17,8. Op gelijke wijze handele men met alle dergelijke vragen.

Om omgekeerd de lengte eener lijn door deze schaal te bepalen, zal men, na het aangevoerde, wel geene zwarigheid ontmoeten: men neme daartoe de lengte van de te metene lijn in den passer, en deze weder op de schaal gebragt, ziet men, hoeveel deelen er van de schaal tusschen de beenen van den passer begrepen zijn. Om, bijv., de lengte der lijnen RS, QR en PQ, van fig. 2, pl. II, volgens de schaal te bepalen, neme men de lengte RS in den passer; stelt men nu het eene been in de lijn van AB in 10, zoo valt het andere iets over de 9, hetgeen al dadelijk aanduidt, dat RS iets meer is dan *tien* en *negen* of *negentien éénheden*, als men namelijk A 9 als *éëne éénheid* of A—0 als *tien éénheden* aanneemt. Om nu ook de decimale deelen te bepalen, laat men het been van den passer in de lijn van 10—10 iets opwaarts gaan, en wel zoo lang, tot dat het andere been juist op eene der schuinsche lijnen komt, en dit heeft plaats tusschen 2 en 3 van AD, en derhalve is de grootte niet 19 maar $2\frac{1}{2}$ tiende van A 9 meer, of de lengte van de lijn RS is 19,25. Stelt nu A—0 of 0—10 tien mijlen voor, dan is SR = 19,25 mijl; stelde men 0—10 of

A—0 tien duimen, zoo is alsdan RS = 19,25 duim. Op gelijke wijze gemeten, krijgt men voor de lengte van de andere lijnen QR = 10,15 en PQ = 13,70.

11°. *Om eene zoogenoemde choordenschaal of pleinschaal te maken, waarop men graden kan meten.*

Te dien einde rigte men op eene lijn AB, *fig.* 11, *Pl.* I, de loodlijnen AD en B*i* op, en deele de lijn AB in 10 deelen. Of ook, men zette van A in eene onbepaalde lijn AB tien gelijke deelen uit, en trekke in de punten A en B de onbepaalde loodlijnen AD en B*i*. Vervolgens teekene men op een afzonderlijk stuk papier een quadrant of een vierde van een' cirkel of 90° (§ 46). Deze boog van 90° verdeele men in 9 gelijke deelen, en hierdoor verkrijgt men negen boogjes, die men in elk deelpunt door 0°, 10°, 20°, enz. tot 90° aanduidt; van het nulpunt in dit quadrant trekt men nu tot elk dezer deelpunten regte lijnen, die dan de choorden zijn van 10°, 20°, 30°, enz., tot 90°. Men neme nu de choorde van 10° in den passer, en zette dien uit in de lijnen AD en B*i* of men neme A — 10° = B*a* = de choorde van 10°. Op gelijke wijze neme men de choorden van 20°, 30°, 40° tot die van 90°, en zette die uit in AD en B*i* en hierdoor wordt dan A — 20° = B*b* = de choorde van 20°, A — 30° = B*c* = de choorde van 30°, en eindelijk zoo vervolgende wordt AD = B*i* = de choorde van 90°. Men vereenige de punten D en *i* door D*i* en trekke door de punten A en *a*, 10° en *b*, 20° en *c*, 30° en *d*, enz., tot 80° en *i* de in de figuur aangeduide schuinsche lijnen, en rigte ten slotte in de punten 1, 2, 3 enz. tot 9 de aangeduide loodlijnen op. De regthoek AB*i*D zal nu in de lijnen A — 10°, A — 20° enz., de choorden bevatten van 10°, 20° enz., en de lijntjes tusschen A*a* en AB, bij 1, 2, 3 enz., gelijk zijn aan $\frac{1}{10}$, $\frac{2}{10}$, $\frac{3}{10}$ enz., van B*a* = 10°, d. i. gelijk zijn aan 1°, 2°, 3° enz.

Door deze choordenschaal, die men op de zoogenoemde *pleinschalen* aantreft, kan men de grootte van de bogen der hoeken bepalen. Te dien einde neemt men de lengte der choorde van den boog in den passer, en bepaalt de grootte van die wijdte op de schaal.

Uit de constructie der schaal is gebleken, dat zij voor een' bepaalden boog van 90° is ontworpen, en wil men dus van haar gebruik maken, zoo moet men ook steeds bogen bezigen, die met eenen gelijken radius als die van den boog van de schaal getrokken zijn. In de meetkunde wordt bewezen, *dat de radius van den cirkel steeds gelijk is aan de choorde van* 60° *in dien cirkel.* De grootte van den radius voor elk dezer schalen, wordt dus door de choorde van 60° aangegeven, van daar vindt men dan ook bij A en bij 60° op de pleinschalen koperen stifjes, en is de afstand daar tusschen gelijk aan den radius der choordenschaal.

a. Stel, men vraagt eenen hoek van 44° door de schaal op het papier te teekenen, zoo heeft men: Neem eene onbepaalde lijn AB, *fig.* 12, en in den passer de wijdte of grootte van den radius of die van de choorde van 60° van de schaal, die men wil bezigen, d. i. de wijdte van A tot 60°, trek met die wijdte uit eenig punt A eenen boog DE; plaats het eene punt van den passer in het punt 4°

der schaal, *fig.* 11, en breng het andere punt tot dat het komt op de lijn van 40° of 40° — *e*, alsdan heeft men 44° in de wijdte van den passer, het eene been van den passer wordt nu weder in D, *fig.* 12, gesteld en het boogje bij E in DE getrokken, zoo is DE gelijk aan de gezegde wijdte van 44°; door de punten E en A doet men de lijn CA gaan, en de hoek ∠CAB zal dan = 44° zijn.

b. Om eenen stompen hoek, bijv., van 112° of grooter dan regt, te maken, trekke men, even als voren, uit A, *fig.* 13, met de choorde van 60° eenen onbepaalden boog, en op dien boog zet men van D tot F af de choorde van 90°, en vervolgens van F nog dat gedeelte, dat de stompe hoek grooter is dan 90°, of, in het hier gestelde geval, nog den boog FE = 22°; door het snijpunt bij E wordt de lijn AC getrokken, en de hoek CAB zal dan gelijk 112° zijn.

De grootte van eenen gegeven' hoek, bijv., CAB, fig. 12 of 13, door de choordenschaal te bepalen of te meten?

c. Te dien einde trekt men met den radius van A-60° of 60°, als voren, een' boog uit A en neemt de wijdte DE of de choorde van den boog DE in den passer, en het is nu vervolgens door de grootte van deze wijdte des passers, die men als lengtemaat op de choordenschaal bepaalt of afmeet, dat de waarde van den gegeven' hoek bekend wordt, en die ons, in dat geval, 44° voor de grootte van den hoek CAB doet kennen.

d. Om de grootte van een' stompen hoek BAC te bepalen, trekt men als voren den boog DE, hierop zet men van D tot F 90° af, en bepaalt men eindelijk verder door de schaal, de grootte van den boog FE, deze, gevoegd bij de reeds bepaalde 90°, geeft als som, de geheele grootte van den stompen hoek, die voor dezen hoek 90° + 22° of 112° zal zijn.

Tot het meten of overbrengen van hoeken, maakt men ook veelal gebruik van *transporteurs*: zijnde niet anders dan halve cirkels op koper of hoorn in graden en deelen van graden verdeeld. Wil men in eenig punt van eene lijn eene andere lijn trekken, die aldaar eenen hoek maakt gelijk aan eenen gegeven' hoek, zoo legge men de zijde van den transporteur, die door het nulpunt van dien verdeelden halven cirkel gaat langs de gegevene lijn, het middelpunt van den transporteur in het gegevene punt of stip, en men merkt met een stipje, volgens den rand van den transporteur, de graden aan, vervolgens trekke men door die twee stippen eene lijn, die dan den gevraagden hoek zal doen kennen, enz. Omgekeerd wordt ook even gemakkelijk door den transporteur de grootte van elken hoek, hetzij scherp of stomp, bepaald of gemeten. Te dien einde legt men de lijn 0—180° van den transporteur langs het eene been van den hoek en het middelpunt van den transporteur in het hoekpunt van den gegeven hoek: de boog van den transporteur, die dan tusschen de beenen begrepen is, duidt onmiddellijk de grootte van den hoek aan.

12°. *Door de pleinschalen kunnen sommige vraagstukken opgelost worden.*

Door behulp van de hier verklaarde *meet- en choorden-schalen*, die men beide op de gewone pleinschalen aantreft, en de reeds aangegevene werkstukken zal men nu wel geene zwarigheden vinden, om de driehoeken naar verschillende opgaven en grootte zamen te stellen, en kan men, den driehoek eenmaal naar aanleiding van de opgaven der grootte van sommige zijden of hoeken op het papier gebragt, de grootte der niet opgegevene termen gemakkelijk door de hier verklaarde schalen bepalen.

Stel, om het hier aangevoerde in het algemeen op te helderen, dat van eenen driehoek ABC gegeven zij, de grootte van de grondzijde AB, benevens de hoeken A en B, en dat de vraag zij, den driehoek te construëren en de grootte der niet gegevene termen te vinden, zoo heeft men: Neem op eene onbepaalde lijn, de lijn AB, fig. 14, volgens de lengteschaal, gelijk aan de gegevene grootte voor AB, maak, volgens 11°, de bogen *fe* en *dg* in graden gelijk aan de gegevene hoeken A en B, trek door de punten A en *f* de lijn AC, door *g* en B de lijn B*g*, en hierdoor zal de driehoek ABC daargesteld zijn, en de grootte van den ∠ C en de lengte van AB en BC laten zich door choorden- en lengteschaal, volgens de aangegevene wijze, gemakkelijk bepalen.

Nemen wij als een 2e voorb. aan: er is van een' driehoek ABC gegeven de drie zijden, zoo neme men achtervolgens de grootte der zijden, volgens de schaal, in den passer, en met deze construëre men eenen driehoek ABC (volg. 9°); met de choorde van 60° worden uit A en B twee bogen getrokken, en de grootte van elk der bogen *ef* en *dg* op de choordenschaal gemeten, geeft ons onmiddellijk de grootte der hoeken A en B. De som dezer hoeken afgetrokken van twee regte hoeken of 180°, geeft als de rest de grootte van den ∠ C. Bepaalt men door de choordenschaal de grootte der hoeken, zoo zal de som dier hoeken juist 180° moeten zijn, en daardoor kan dit gemakkelijk ten proeve strekken, of de grootte van elk der gemetene hoeken met alle juistheid bepaald is.

§ 61. De volgende voorbeelden worden gevraagd, om door constructie te worden daargesteld, en door de gewone pleinschaal de grootte der onbekende of niet gegevene hoeken en zijden te bepalen.

1. Men vraagt regte lijnen te trekken, welke volgens eene gewone pleinschaal de lengte hebben van 14,0, 15,3, 17,3, 18,2 en 19,3.

2. Door de choordenschaal de volgende hoeken te construeren, als die voor $21\frac{1}{2}°$, $34\frac{1}{4}°$, 110° en 120°?

3. Van eenen in B regthoekigen driehoek ABC is gegeven AB = 11,3 en ∠ A = 40°; vrage den tophoek C en de zijden AC en BC?

4. Van eenen regthoekigen driehoek is gegeven BC = 20,0 en ∠ C = 33°; vrage de onbekende termen?

5. Van eenen regthoekigen driehoek is bekend BC = 22,5 en AB = 17,5; de onbekende termen te vinden?

6. Stel gegeven van een' driehoek de lengte der zijden AB = 13,5, AC = 17,45 en BC = 10,30; de grootte der hoeken te bepalen?

7. Van een' driehoek is gegeven AB = 9,30, AC = 11,35 en BC = 14,25; de hoeken te vinden?

8. Van eenen driehoek is gegeven AC = 7,35, AB = 9,4 en ∠ A = 42"; vrage de hoeken B en C en de zijde BC?

9. Van eenen driehoek is gegeven AB = 22,5, ∠ A = 40°, ∠ B = 47°; vrage de ontbrekende termen?

10. Gegeven AC = 17,5, ∠ C = 36°, en ∠ A = 46°; vrage de niet bekende termen?

11. Gegeven ∠ A = 33° 30′, AC = 25,5, BC = 14,5; vrage de onbekende termen?

12. Construeer op eene gegevene lijn eenen driehoek, welke gelijk is aan eenen gegevenen driehoek.

13. Hoe vindt men den inhoud van een quadraat, van een' regthoek, van een' parallelogram en van een driehoek, en hoe beschrijft men een' driehoek, welke gelijk is: 1° aan het tweevoudige, en 2° aan de helft van een gegeven vierkant?

14. Beschrijf een quadraat, dat gelijk is aan de helft van een' gegeven' vierhoek.

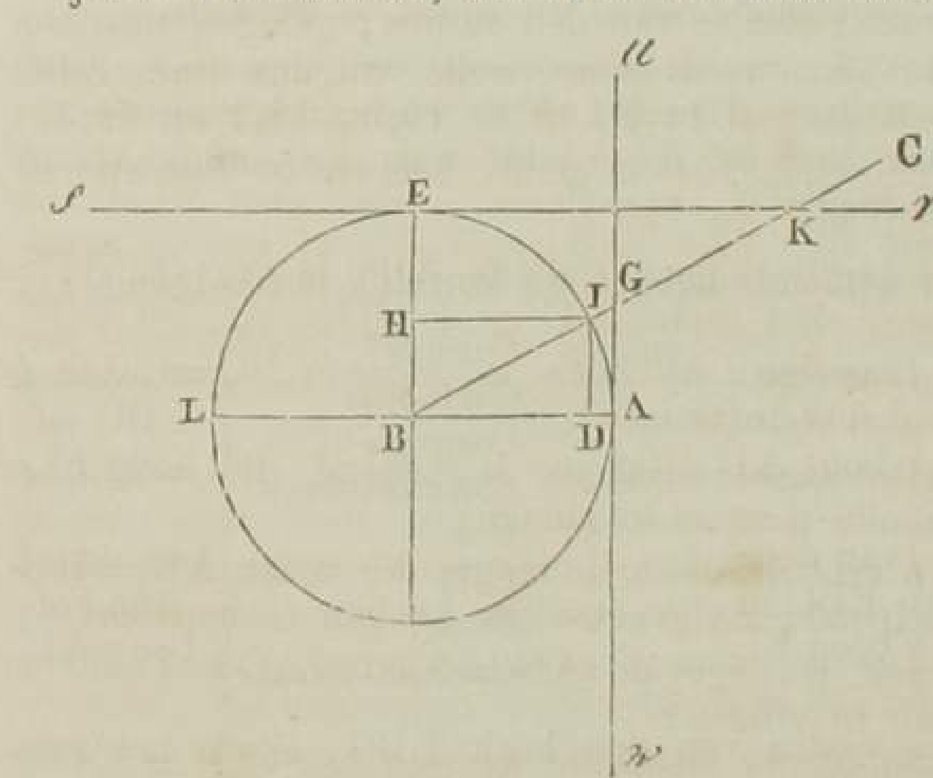
15. Hoe kan men in het algemeen den vlakken inhoud van een veelhoekig vlak bepalen?

ZEVENDE AFDEELING.

Van de Hoekmeting of Goniometrie.

§ 62. Het bepalen van de grootte der hoeken van eenen driehoek door de lengte der zijden, zoude zeer bezwaarlijk zijn, indien men daartoe de bogen wilde bezigen, die, zoo als bereids in § 45 is gezegd, als de maat der hoeken kunnen worden aangenomen. Deze moeijelijkheid heeft men getracht weg te nemen, door het aannemen van eene soort van lijnen, welke naar zekere bepalingen, in, om en door eenen cirkel getrokken kunnen worden, en die men *hoekmeetkunstige* of *goniometrische lijnen* noemt. Het is van belang, deze lijnen nader te leeren kennen, alvorens men tot de driehoeksmeting overgaat.

§ 63. Veronderstel, dat ABC een naar willekeur gegeven hoek zij, waarvan men de gezegde lijnen wenscht aan te duiden; stel dan het eene been van den passer in het hoekpunt B, en trek met eene willekeurige wijdte BA, als straal, eenen cirkel AELA. Stel in B de loodregte lijn EB en op AB en EB, in de punten A en E, de onbepaalde loodregte lijnen *uw* en *sr*, en verleng AB tot L. Door deze constructie heeft men om den gegeven hoek ABC een' cirkel



getrokken, welke door de lijnen AL en EB in vier quadranten verdeeld wordt. Volgens § 45 is de boog AI de maat van den ∠ABC en EI de maat van den ∠EBC, het complement van den ∠ABC. Als men nu uit het einde van den *metenden boog* AI, uit I, eene loodlijn op AB nederlaat, dan wordt deze loodlijn ID de *sinus* van den gegeven' hoek ABC of van den boog AI genoemd. De lijn IH, vallende uit het einde van den boog EI, de maat van ∠EBC, loodregt op EB, is op gelijke wijze de *sinus* van den ∠EBC, of ook, de lijn IH is de *sinus* van het complement van den ∠ABC of de *complement-sinus* van den ∠ABC, of korter zamengetrokken, die lijn IH is de *cosinus* van den ∠ABC of van zijnen metenden boog AI; op gelijke wijze is ook de lijn ID de *cosinus* van den ∠EBC of boog EI.

De lijnen *uw* en *sr*, welke in de punten A en E perpendiculair op de lijnen LA en EB zijn opgerigt, raken den cirkel in de punten A en E, en worden daarom die lijnen *raaklijnen* of *tangenten* genoemd; zij kunnen onbepaald verlengd worden. Nemen wij A aan als het punt van oorsprong, van waar men de bogen AI, AE, enz. begint te tellen, zoo is *uw* de onbepaalde raaklijn, waarop alle tangenten gesteld worden, en daar de boog AE$=90^\circ$ is, zoo is E het punt van waar men de complementshoeken telt en de lijn *sr*, de lijn voor de tangenten van de bogen, die van E naar I geteld worden, of de lijn *sr* is die voor de *cotangens-hoeken*. Laat het eene been BC, van onzen gestelden hoek ABC, eene *onbepaalde snijlijn* of *secans* zijn, gaande langs het einde van den boog, die den genoemden hoek bepaalt. De lijnen *uw* en BC doorsnijden zich in G en van de gen. onbepaalde lijnen worden daardoor bepaalde stukken afgesneden en men heet de lijn AG de *goniometrische tangens* en BG de *goniometrische secans*, of eenvoudig de *tangens* en *secans* van den hoek ABC of boog AI. Op gelijke wijzen ontstaan de lijnen EK en BK, de *tangens* en *secans* van den ∠EBC, het complement van den ∠ABC en dus is EK de *cotangens* en BK de *cosecans* van den hoek ABC of van den boog AI.

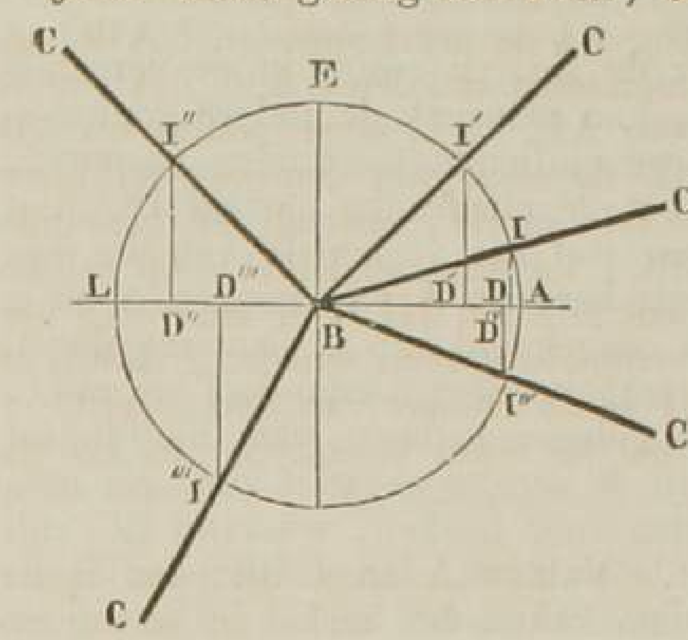
De lijn DA, zijnde een gedeelte van den radius, gelegen tusschen de sinus ID en het punt A, wordt *sinus-versus* van den hoek ABC of boog AI genoemd, en daar BD=HI of de cosinus is, zoo is dus de *sinus-versus van eenen hoek of boog gelijk aan den radius min de cosinus van dien hoek of boog.*

Het gezegde te zamen nemende hebben wij kortelijk het volgende:

ID	is de *Sinus*	van den ∠ ABC of boog AI.	en de	*Cosinus*	van den ∠ EBC of boog EI.
AG	» » *Tangens*		»	*Cotangens*	
BG	» » *Secans*		»	*Cosecans*	
en DA	» » *Sinus-versus*		»	*Cosinus-versus*	
HI	» » *Sin.*	van den ∠ EBC of boog EI.	»	*Cos.*	van den ∠ ABC of boog AI.
EK	» » *Tang.*		»	*Cot.*	
BK	» » *Sec.*		»	*Cosec.*	
EH	» » *Sinus-vers.*		»	*Cosinus-versus*	

De lijn LD, de sinus versus van den hoek LBC, zijnde het supplement van ∠ABC, wordt de *susinus versus* van den ∠ABC genoemd.

§ 64. Naar gelang een hoek, boog of eene lijn gelegen is, in betrekking tot eene andere bepaalde lijn, wordt somtijds de toestand van ligging bepaaldelijk onderscheiden door *positief* of *negatief*, d. i. de ligging of toestand van iets aangenomen zijnde, zoo noemt men dit *positief*, en het tegenovergestelde *negatief* (§ 23). Neemt men AL aan als eene lijn van begin of scheiding, zoo kan men zeggen dat DI, D'I', D''I'' allen boven die lijn liggen; zij zijn dus, zoo men die rigting of stand *positief* noemt, in eenen *positieven* toestand, terwijl de lijnen D'''I''', $D^{\text{iv}}I^{\text{iv}}$ in eenen tegenovergestelden of *negatieven* toestand zijn gelegen. Neemt men ook BE aan als eene scheidingslijn, voor regts en links daarvan gaande lijnen, zoo zijn de lijnen BD, BD', BD^{iv} alle *positief*, en BD''' en BD'' in eenen *negatieven toestand*. Is nu eene sinus of andere lijn in eenen positieven toestand, zoo duidt men dit aan door er + vóór te plaatsen, terwijl de negatieve toestand wordt aangetoond, door er — vóór te stellen.



§ 65. Laat ABC der voorg. §, weder een gegeven hoek zijn, waarvan wij het been BC als om het punt B beweegbaar stellen. Van den ∠ABC is DI de sin. en BD gelijk de cosinus, (zie de fig. van § 63, waaruit blijkt, dat BD$=$HI, en dus dat BD gelijk is aan de cosinus van den ∠ABC). Stelt men BC langs BA, zoo is de hoek ABC en boog AI nul en de sin.$=0$ en de cosin. alsdan gelijk aan den radius, of als men die gelijk 1 stelt, gelijk aan $+1$. Laat men nu BC tot BI'C (Fig. § 64) voortgaan, zoo heeft men I'D' tot sin. en BD' tot cos. van den ∠ABI', en op die wijze BC voort latende gaan, blijkt het, dat de sinussen voor grooter wordende hoeken grooter, en omgekeerd de cosinussen kleiner worden. Zoodra echter BC langs BE valt, en dus de hoek of boog$=90^\circ$ is, wordt de sinus$=$EB$=+1$ en de cosin.$=0$, en men heeft dus: voor eenen regten hoek is de *sin. gelijk aan den radius* en de *cosin. nul.* Valt de lijn BC in het tweede quadrant of in EL, zoo heeft men, bijv., voor den ∠ABI'' of den boog AI'' is de sin. gelijk de lijn D''I'' en de cosin. BD''; op die wijze BC voortgaande tot dat die lijn langs BL valt, blijkt het, dat in dit quadrant de sinussen voor grooter wordende bogen kleiner en de cosinussen omgekeerd grooter worden. Voor den boog AL, of twee regte hoeken, is de sin. nul, en de cosin. gelijk BL, gelijk aan den radius. Verder is het blijkbaar, dat de sinussen en de cosinussen in het eerste quadrant allen positief zijn, even zoo de sinussen in het tweede quadrant, doch de cosinussen allen daarentegen in dat quadrant in negatieven toestand geplaatst zijn. Op die wijze vervolgende en BC door het 3^e en 4^e quadrant doende bewegen, bepaalt men gemakkelijk ook voor die quadranten, de toestanden en omstandigheden van de sinussen en cosinussen vallende in die quadranten, en blijkt het, dat de sinussen in het 3^e quadrant of D'''I''' en de cosin. BD''' voor den boog AEI''' beide negatief zijn, als ook, dat voor den boog AEI^{iv}, de sin. $D^{iv}I^{iv}$ negatief en de cosin. BD^{iv} positief is, enz.

Op gelijke wijze als wij hier over de sin. en cosin. in de verschillende quadranten gehandeld hebben, kan men ook de andere goniometrische lijnen, van § 63, in die verschillende toestanden nasporen. Valt dan, bijv., BC (fig. § 63) in het 2e quadrant, zoo zal BC niet aan de lijn *u w* kunnen komen, maar wel het verlengde van die lijn van B naar *w* ergens de lijn *u w* regts beneden A en tusschen A en *w* doorsnijden, en men heeft dan AG omgekeerd van A naar *w* gelegen en is de tangens mitsdien in eenen omgekeerden toestand of negatief, en, omdat niet BC maar het tegen gelegen gedeelte van die lijn tot de raaklijn *u w* komt, zal ook alsdan de secans negatief zijn. En men heeft dus, in dat geval: de tangenten voor hoeken, waarvan BC valt tusschen 90° en 180°, zijn negatief. Valt BC langs BE, zoo is de $\angle CBA = 90°$, en daar de lijnen A*u* en BC alsdan beide regthoekig op AL staan, ontmoeten, in dit geval, zich dus nimmer de lijnen AG en BG of de tangens en sec. voor 90° zijn oneindig groot; hetgeen men aanduidt door het teeken ∞. Valt BC in het derde quadrant, zoo is, als gezegd is, de sin. beneden LA, dus negatief, de cosin. valt links van BE dus mede negatief, even zoo de secans; AG echter is alsdan boven AL gelegen en is dus positief. Waar ID ook op AL valt, de lijn van D tot A wordt steeds de sinus versus genoemd, en deze is dus altijd positief; voor een' boog van 180° valt D in L en is dus de sin. versus alsdan gelijk aan twee malen $AB = 2$.

Laat men op de verklaarde wijze het been BC, van den gegeven hoek BAC (fig. § 64), langs BE vallen, of denkt men het in den boog EL of langs BL, enz., in het 3e en 4e quadrant, en neemt men daarbij in acht, dat voor elken hoek of boog de *tangens steeds op de lijn u w en de cotangenten altijd op de lijn s r gerekend moeten worden*, zoo krijgt men de navolgende waarden en positieve of negatieve toestanden der goniometrische lijnen.

	0	Van 0° tot 90°	90°	Van 90° tot 180	180°	Van 180° tot 270°	270°	Van 270° tot 360°	360°
Sinus........	0	+	+ 1	+	0	—	— 1	—	0
Cosinus......	+ 1	+	0	—	— 1	—	0	+	+ 1
Tangens.	0	+	∞	—	0	+	∞	—	0
Cotangens....	∞	+	0	—	∞	+	0	—	∞
Secans.......	+ 1	+	∞	—	— 1	—	∞	+	+ 1
Cosecans.....	∞	+	+ 1	+	∞	—	— 1	—	∞
Sinus-versus..	0	+	+ 1	+	+ 2	+	+ 1	+	0
Cosinus versus	+ 1	+	0	+	+ 1	+	+ 2	+	+ 1
Susinus-versus	2	+	+ 1	+	0	+	+ 1	+	+ 2

§ 66. Let men enkel op de lengte of grootte der lijnen, zoo kan men zeggen, dat ID de sinus en BD de cosinus is van den boog AI of den $\angle ABC$, maar die lijnen zijn ook de sin. en cosin. van den boog LI of $\angle LBI$, en daar de beide genoemde bogen IA en LI te zamen 180° vormen, zoo heeft men voor de supplementsbogen of hoeken ABC en CBL dezelfde lijn als sin. en cosin.; op gelijke wijze gaat dit door voor de andere lijnen, met uitzondering van de sinus-vers., en men heeft dus: *voor eenigen hoek en het supplement van dien hoek zijn met uitzondering der sin. vers. de goniometrische lijnen even groot of gelijk.* Voor den boog AI of hoek ABC is de sinus-versus, zoo als reeds gezegd is, de lijn DA, en voor het supplement van dien boog of LEI is de sinus-vers. de lijn DL.

§ 67. Veronderstellen wij, dat, bijv., de lijn ID $\frac{3}{4}$ gedeelte is van den straal of radius BA, zoo heeft men $ID = \frac{3}{4} BA = 0{,}75\ BA$, of, als men den straal als *eenheid* aanneemt, *is de sin. van den boog* IA of den $\angle ABC = 0{,}75$; verdeelt men nu den radius in 100 deelen, zoo kan men zeggen, dat de sin. dan gelijk is aan 75 van die deelen; voor een' straal van 1000, 10000 enz. zoude de lengte van ID of de sin. 750, 7500 enz. van die deelen zijn. In Tafel V der *Verzameling van Tafelen* vindt men nu de sinussen opgegeven voor een' radius van 100000 voor alle bogen of hoeken van minuut tot minuut van 1' tot 90° enz., en het blijkt uit die Tafel, dat de sin., bijv., voor 14° 10' de grootte heeft van 24474,33, en voor een' radius verdeeld in 10 000 000 deelen is de grootte van de sin. 2447433 van die deelen. Op gelijke wijze heeft men de lengten van de overige goniometrische lijnen berekend en in Tafelen vereenigd, welke dan de goniometrische Tafelen genoemd kunnen worden. De vraag: wat zijn de getallen der sinussen, tangenten, enz., welke men in de tafelen aantreft, wordt beantwoord, door te zeggen: het zijn de lengten der lijnen, in § 63 verklaard, uitgedrukt in deelen, waarin men den radius heeft verdeeld.

§ 68. Uit het aangevoerde blijkt nog, dat als men van eenen regthoekigen platten driehoek ABG (fig. § 63) eene der regthoekszijden AB als radius aanneemt, de andere regthoekszijde AG de tangens van den $\angle ABG$ en de schuinsche zijde BG de secans van dienzelfden hoek wordt, en daar $\angle ABG$ het complement is van den $\angle BGA$, zoo is dus AG en BG de cot. en cosec. van den $\angle BGA$. Neemt men van eenen regthoekigen driehoek BID de schuinsche zijde BI als rad. aan, zoo is de regthoekszijde DI de sin. van den $\angle DBI$ en ook de cosin. van zijnen aangrenzenden hoek BID. Uit dit een en ander volgt nu in het algemeen:

1°. *Als men van eenen regthoekigen platten driehoek eene der regthoekszijden als radius aanneemt, zoo is de andere regthoekszijde de tangens van zijnen overstaanden hoek en de cotangens van zijnen aangrenzenden scheeven hoek, en de schuinsche zijde de secans en cosecans van de genoemde scheeve hoeken.*

2°. *Wordt de schuinsche zijde als radius aangenomen, zoo zijn de regthoekszijden de sinussen van hunne overstaande hoeken en de cosinussen van hunne aangrenzende scheeve hoeken.*

§ 69. Uit de constructie der fig. van § 63 is blijkbaar, dat ID en GA regthoekig op AB staan, en dus zijn de driehoeken BDI en BAG regthoekig en gelijkvormig, en even zoo BHI en BEK regthoekig en met de genoemde driehoeken gelijkvormig. De boven verklaarde goniometrische lijnen snijden dus onderling lijnen af, welke te zamen eenige gelijkvormige driehoeken daarstellen, die, naar § 58, aanleiding geven tot eene menigte evenredigheden en uitdrukkingen. Wij willen er slechts eenige doen kennen, en verwijzen hem, die een meer volledig overzigt van het geheel dezer lijnen verlangt, tot de werken der *Goniometrie*, en tot de *Gronden der Zeevaartkunde*, door A. HOORWEG, de II^e Afdeeling.

De driehoek DBI regthoekig zijnde, heeft men, volgens § 58: $BI^2 = BD^2 + DI^2$ of naar de goniometrische benaming, en den boog IA a noemende: $rad.^2 = cosin.^2\,a + sin.^2\,a$ en door omzetting (§ 26).

$$cosin.^2\,a = rad.^2 - sin.^2\,a$$

$$\text{en } sin.^2\,a = rad.^2 - cosin.^2\,a.$$

Op gelijke wijze met den regthoekigen driehoek BAG handelende, verkrijgt men:

$$BG^2 = AB^2 + AG^2$$

$$\text{of } secans.^2\,a = rad.^2 + tang.^2\,a$$

$$\text{en dus } rad.^2 = sec.^2\,a - tang.^2\,a$$

$$\text{en } tang^2\,a = sec.^2\,a - rad.^2.$$

Men zoeke op gelijke wijze de formule uit de regthoekige driehoeken BHI en BEK.

Wanneer men nu uit elk stel dezer vergelijkingen den vierkantswortel trekt en den straal of rad. gelijk 1 stelt, zoo verkrijgt men telkens de waarde eener goniometrische lijn in eene andere uitgedrukt. Nemen wij, bijv., de formulen, uit den regthoekigen driehoek BDI verkregen, zoo heeft men:

$$rad. = \sqrt{(cosin.^2\,a + sin.^2\,a)} \quad \text{of} \quad 1 = \sqrt{(cosin.^2\,a + sin.^2\,a)}$$

$$cosin.\,a = \sqrt{(rad.^2 - sin.^2\,a)} \quad \text{»} \quad cosin.\,a = \sqrt{(1 - sin.^2\,a)}$$

$$sin.\,a = \sqrt{(rad.^2 - cos.^2\,a)}. \quad \text{»} \quad sin.\,a = \sqrt{(1 - cos.^2\,a)}.$$

§ 70. De gelijkvormige driehoeken BDI en BAG geven ons de volgende evenredigheden en vergelijkingen.

$$BD : BA = DI : AG$$

$$BD : BA = BI : BG$$

$$DI : AG = BI : BG.$$

Stellen wij nu, in plaats van BD, *cosin.*; voor BA *rad.*; voor DI *sin.* enz., alles van boog AI of hoek ABG, en stel AI$=a$, dan verkrijgt men:

$$cos.\,a : rad. = sin.\,a : tang.\,a$$

$$\text{of } cos.\,a = \frac{rad. \times sin.\,a}{tang.\,a}.$$

Op gelijke wijze krijgt men:

$$sin.\,a = \frac{cos.\,a \times tang.\,a}{rad.}$$

$$\text{en } tang.\,a = \frac{rad. \times sin.\,a}{cos.\,a}.$$

De beteekenis dezer formulen zal wel door ieder kunnen begrepen worden, die slechts een weinig oplettend is. De eerste, bijv., geeft eenvoudig te kennen, *dat de cos. van eenen boog gelijk is aan het product van den radius en de sinus van dien boog, gedeeld door de tangens van denzelfden boog.* Op gelijke wijze kan men de twee andere formulen in woorden overbrengen.

De tweede evenredigheid geeft nu:

$$cos.\,a : rad. = rad. : secans\,a,$$

$$\text{of } cos.\,a = \frac{rad.^2}{secans\,a}$$

$$\text{en } secans\,a = \frac{rad.^2}{cos.\,a};$$

waarvan de eerste, in woorden, aldus luidt: *De cos. van eenen boog is gelijk aan het vierkant van den radius, gedeeld door de secans van den boog.*

§ 71. De volgende vragen zullen nu wel gemakkelijk beantwoord kunnen worden.

1^e. vraag. Hoe zal men de tweede of laatst voorgaande formule in woorden uitdrukken?

2^e. » Welke formulen kunnen verder uit de boven gegevene evenredigheden nog afgeleid worden?

3^e. » Hoe drukt gij die in woorden uit?

4^e. » Tot welke voorname formulen geven de driehoeken BHI en BEK (fig. § 63) voor eenen boog a aanleiding?

5^e. » Door de voormelde vragen de formulen te bepalen, waardoor men, de sin. en cos. van eenen boog bekend hebbende, de tang., cot., sec., cosecans, sin. vers. en cos. vers. kan berekenen?

6^e. » Welke veranderingen ondergaan al deze formulen, als men den radius gelijk 1 stelt?

§ 72. Uit de voorgaande §§ is gebleken, dat men op verschillende wijzen de waarde van eene goniometrische lijn eens boogs, in eene of meer andere van denzelfden boog kan uitdrukken. Behalve deze vindt men nog andere belangrijke formulen, in de werken der *Goniometrie*, waarbij de goniometrische lijnen van verschillende bogen gebezigd worden. Zoo heeft men formulen, ten 1^e, om deze lijnen van de helft eens boogs te vinden, als die van den geheelen boog bekend zijn; ten 2^e, om de goniometrische lijnen van het dubbel eens boogs te bepalen, als die van den boog zelven gegeven zijn; ten 3^e, om de sin. en cos. van de som en van het verschil van twee verschillende bogen te vinden, als die van elken boog in het bijzonder gegeven zijn, enz.— Al deze formulen dienen, om het berekenen van de grootte van de goniometrische lijnen, in deelen van den radius, voor alle bogen en hoeken, mogelijk te maken, en alzoo eene sinus-tafel te vervaardigen. *In zulk eene tafel vindt men dan*, zoo als bereids gezegd is, *de grootte van de sinus, tangens, secans, enz., in deelen van den straal voor alle bogen, beginnende met eenen boog van ééne minuut of mindere deelen van eenen boog, en vervolgens bij minuten opklimmende, tot eenen boog of hoek van 90°.*

Nog duidelijker denkbeeld zal men van het vervaardigen van eene sinus-tafel verkrijgen, als wij, bij het reeds aangevoerde, nog een paar voorbeelden ter opheldering hierbij voegen.

Eerste voorbeeld. Laat in Fig. 15, Pl. 1, AC de sin. en BC de cos. van eenen boog van 45° voorstellen, dan begeert men de waarde dezer lijnen te berekenen in deelen van den straal, welke wij gelijk 1 zullen stellen. Volgens § 69 heeft men $\text{rad.}^2 = \text{sin.}^2 a + \text{cos.}^2 a$; maar daar de rad. $= 1$ is, is ook $\text{rad.}^2 = 1$, en verder in het hier gestelde $\text{sin.}^2 a = \text{cos.}^2 a$, omdat $\angle BAC = \angle ABC$ is, en dit geeft: $2 \sin^2 a = 1$ of $2 \cos.^2 a = 1$, of als men door 2 deelt $\text{sin.}^2 a = 0{,}5$, als ook $cos.^2 a = 0{,}5$. Alzoo ziet men, dat de sinus of cosinus van eenen boog van 45° gelijk is aan den wortel uit 0,5, voor welken men vinden zal 0,7071068. Deze waarde stemt volkomen met die, welke de tafel opgeeft, overeen: want de radius in plaats van 1 gelijk 100000 stellende, verkrijgt men cos. of sin. van 45° $= 70710{,}68$, of zoo als Tafel V de sinussen schrijft 70710-68. Daar BE in dit geval gelijk is aan DE, zoo is dus de tangens DE gelijk aan den straal BE, en alzoo van zelven bekend. De secans a is, zie § 69, $= \dfrac{\text{rad.}^2}{\text{cos. } a}$, dus wordt deze voor 45°, de straal $= 1$ stellende, $= \dfrac{1}{\text{cos. } 45°}$ $= \dfrac{1}{0{,}7071068}$, waaruit wij verkrijgen: secans $45° = 1{,}4142136$.

Tweede voorbeeld. Stel, dat de driehoek ABC, fig. 16, gelijkzijdig zij, en dat uit A, met een' straal gelijk aan de zijde AC, een' boog BEC getrokken wordt, dan is deze een boog van 60°. (§ 60. 11°.) Deel verder den hoek A midden door, dan is de hoek $BAE = 30°$, en BD de sin. en AD de cos. van hoek $EAB = 30°$. Nu is AB gelijk aan den straal, dus weder $= 1$; BD, zijnde de helft van BC, welke mede gelijk de radius is, zal alzoo $= 0{,}5$ zijn, en $AD^2 = AB^2 - BD^2 = 1^2 - 0{,}5^2$ en dus $\text{cos. } 30° = \sqrt{(\text{rad.}^2 - \text{sin.}^2\, 30°)} = \sqrt{(1^2 - 0{,}5^2)} = \sqrt{0{,}75}$ $= 0{,}8660254038$, of, om met Taf. V overeen te stemmen, 86602—54.

Heeft men aldus de sin. en cosin. voor de hoeken of bogen bekend gekregen, zoo vindt men door de formulen der goniometrische lijnen, door de vragen van § 71, N°. 5 en 6 vroeger verkregen, gemakkelijk de grootte der andere lijnen, bijv., door de gevondene waarden voor 30° heeft men:

$$\textit{Tangens}\ \ 30° = \frac{sin.\ 30°}{cos.\ 30°} = \frac{0{,}5}{0{,}8660254} = 0{,}5773503.$$

$$\textit{Cotangens}\ \ 30° = \frac{cos.\ 30°}{sin.\ 30°} = \frac{0{,}8660254}{0{,}5} = 1{,}7320508.$$

$$\textit{Secans}\ \ 30° = \frac{1}{cos.\ 30°} = \frac{1}{0{,}8660254} = 1{,}1547005.$$

$$\textit{Cosecans}\ \ 30° = \frac{1}{sin.\ 30°} = \frac{1}{0{,}5} = 2{,}0000000.$$

$$\textit{Sin. Vers.}\ 30° = 1 - 0{,}8660254 = 0{,}1339746.$$

De tangens, secans, enz., welke wij hier voor 30° vonden, is berekend voor een' *rad.* $= 1$. Wenscht men die voor een' *rad.* $= 100000$ zoo verplaatst men slechts de comma zoo veel cijfers regts, als het aantal nullen bedraagt, dat men achter de 1 geplaatst heeft, en dit geeft ons voor 30°, als tangens 57735,03, als cotang 173205,08,

secans 115470,05, cosec. 200000,00, en voor de sin. vers. $= 13397{,}46$, die alle, met de gewone tafelen daarvan bestaande, zullen overeenkomen.

In § 65 hebben wij den toestand der lijnen onmiddellijk uit de fig. zelve trachten op te sporen; heeft men het + of — voor de lijnen eenmaal voor de sin. en cosin. bepaald, zoo volgt de toestand der overige lijnen ook onmiddellijk uit de formulen als van zelve, als men slechts naar behooren op de positieve en negatieve grootheden (§ 24) acht geeft. De formulen voor de tangens, enz., zijn:

$$tang.\ a = \frac{sin.\ a}{cos.\ a} \qquad sec.\ a = \frac{1}{cos.\ a}$$

$$cotang.\ a = \frac{cos.\ a}{sin.\ a} \qquad \text{en } cosec.\ a = \frac{1}{sin.\ a.}$$

Neemt men nu, bijv., in de eerste dezer vergelijkingen a stomp, zoo is sin. a positief, cosin. a negatief en de uitkomst negatief, of tang. a is, in dat geval, negatief, zoo als ook in het Tafeltje, § 65, voor de tang. van eenen stompen hoek is aangewezen. Op gelijke wijze kan men met de overige vergelijkingen te werk gaan.

§ 73. Nadat men eenig begrip verkregen heeft van de natuurlijke sinus tafel, is het mede niet onbelangrijk te weten, hoe men de *log. sinus-tafel* of tafel III verkrijgen kan. Dat het van aanbelang is, de logarithmen van alle opgaven der natuurlijke sinussen, enz. te bezitten, is gemakkelijk te begrijpen. De bewerkingen met de natuurlijke sinussen, enz., als zijnde groote getallen, zouden uiterst omslagtig zijn, indien de berekening met deze niet door de logarithmen werd bekort. In de gewone sin. tafelen is, zoo als gezegd is, de radius $= 100000$. In de log. sin. tafelen of in de tafel *der logarithmen van de sin., tangens en secans*, heeft men, om nog zelfs de lijnen voor 1′ in geheele getallen, en de *log. voor den radius* door 10 te kunnen voorstellen, de rad. $= 10\,000\,000\,000$ gesteld. Volgens het 2de voorb., § 72, is de sin. van $60° = \text{cosin. } 30° = \sqrt{0{,}75} = 0{,}8660254038$, zoo is alsdan cos. $30° = \text{sin. } 60° = 8660254038$: hiervan is de log. 9,9375306, zijnde, zoo als mede uit Taf. III blijkbaar is, gelijk aan de log. cos. van 30° of de log. sin. van 60°. Op gelijke wijze kunnen de logn. voor de overige goniometrische lijnen bepaald worden.

§ 74. Nopens het opzoeken in de sinus en log. sin. tafelen, zullen wij ons tot het oplossen en opgeven van eenige voorbeelden bepalen, en raden wij den leerling aan, eer hij tot deze oplossing overgaat, de verklaring van Tafel III, V en II der *Verzameling* te lezen en te bestuderen.

1. Men begeert de natuurlijke sinus van 34° 10′ 46″ te weten?

   Zoek in *Tafel* V het verschil der twee sinussen, waar de gevraagde tusschen valt; in het hier gegevene voorbeeld dus het verschil tusschen de sinussen voor 34° 10′ en 34° 11′. Met dit verschil voor 60″ en de 46″, bepale men een evenredig deel, dat men bijtelle bij de sinus voor 34° 10′.

   Sin. 34° 10′ = 56160,21 verder is
   sin. 34 11 = 56184,28

   verschil = 24,07, waaruit blijkt, dat de sinussen alhier voor 1′ of 60″ met 24,07 vermeerderen, en heeft men alzoo:

$$60'' : 46'' = 24{,}07 : x;\ \text{dit}$$

geeft $x = 18{,}45$. Bij de sinus van $34^\circ\,10'$ moet dus 18,45 gevoegd worden, om die voor $34^\circ\,10'\,46''$ te bekomen, en dit geeft 56178,66 als de gezochte sinus.

2. Wat is de log. cotangens van $61^\circ\,36'\,28''$?

De log. cotangens van $61^\circ\,36'$ bevindt men te zijn $= 9{,}7329547$; het verschil voor $1'$ geeft de tafel op, en is $= 3020$; men bepaalt nu het evenredige deel voor $28''$, dat men aftrekt van de log. cot. voor $61^\circ\,36'$ aldus: $60'' : 28'' = 3020 : x$,

komt $x = 1409$, deze afgetrokken van log. cot. $61^\circ\,36' = 9{,}7329547$ bekomt men

log. cot. van $61^\circ\,36'\,28'' = 9{,}7328138$.

3. Wat is de nat. cosin. van $17^\circ\,30'\,35''$? *Antw.* 95366,59.
4. Men vraagt de nat. sin. van $3^u\,5^m\,35^s$? *Antw.* 72412,17.
5. Geef de nat. sinus op van $118^\circ\,45'\,15''$?

Trek de opgegevene graden, enz. af van 180°, en zoek voor de rest de nat. sinus; men vindt 87669,18.

6. De log. tang. voor $61^\circ\,10'\,35''$ te vinden? *Antw.* 10,2594073.
7. Welk is de log. sin. van $2^u\,36^m\,13^s$? *Antw.* 9,7993783.
8. De log. cosecans voor $31^\circ\,7'\,52''$? *Antw.* 10,2865110.
9. Welk is de cos. van $0^\circ\,36'\,43''$? *Antw.* 99994,29.
10. Wordt gevraagd naar den log. cot. en log. cos. van $2^u\,39^m\,11^s$? *Antw.* 10,0793313 en 9,8855478.
11. Hoeveel is de log. secans van $112^\circ\,13'\,28''$? *Antw.* — 10,4222374.
12. Wat is de log. sinus van $0^\circ\,42'\,39''$?

Maak $42'\,39''$ tot seconden, dan krijgt men $2559''$; zoek van dit getal sec^n. den gewonen log. in Taf. I, en deze is $= 3{,}4080703$, voeg hierbij den log. S, uit Tafel III, $= 4{,}6855637$, dit

geeft $8{,}0936340$, als log. sin. voor $0^\circ\,42'\,39''$.

13. Zoek log. tangens van $1^\circ\,7'\,27''$? Komt 8,2927638.
14. Van welken hoek is 62721,34 de cosinus?

Men vindt in de Tafel de naast bijkomende cosin. van

$$51^\circ\,9' = 62728{,}37$$

hiervan af de gegevene cosin. $= 62721{,}34$

verschil $= 7{,}03$.

Verder bevindt men het verschil tusschen de cos. van $51^\circ\,9'$ en die van $51^\circ\,10'$ groot te zijn 22,66, en dus:

$$22{,}66 : 7{,}03 = 60'' : x''.$$

Waaruit komt $x = 18'',6$. Alzoo zal 62721,34 de nat. cos. van $51^\circ\,9'\,18'',6$ zijn.

15. Zoek den boog, waarvan 37829,36 de sinus is? *Antw.* $22^\circ\,13'\,40'',9$.
16. Hoe vindt men den boog, waarvan de log. tangens $= 10{,}1027852$ is? Zoek in de log. tangens tafel de naast kleinere; men zal vinden log. tang. van $51^\circ\,43' = 10{,}1027688$, welke 164 logarithmendeelen kleiner is dan de opgegevene. Het verschil tusschen de

twee opvolgende log^n. tang., waar de opgegevene tusschen valt, is 2598, alzoo heeft men:

$$2598 : 164 = 60'' : x'',$$

waaruit $x = 3'',8$; en dus is 10,1027852 de log. tang. van $51^\circ\,43'\,3'',8$.

17. Van welken boog is — 9,5684722 de log. cosinus? *Antw.* van $111^\circ\,43'\,47'',4$.
18. Men vrage den boog van den log. secans 10,5347629? *Antw.* van $73^\circ\,1'\,41'',3$.
19. Men vraagt den boog in tijd van den log. sin. 9,8680645? *Antw.* $3^u\,10^m\,15^s$.
20. Vindt den boog in tijd, waarvan de log. cos. $= 8{,}0936340$? *Antw.* van $5^u\,57^m\,9^s,4$.
21. Van welken hoek is de log. tangens $= -13{,}0664518$? *Antw.* van $90^\circ\,2'\,57''$.
22. Welk is de log. cosinus van $99^\circ\,40'\,38''$? *Antw.* — 9,2255613.
23. Zoek den log. tangens van $122^\circ\,19'\,26''$? *Antw.* — 10,1987627.
24. Van welken boog is eindelijk de log. cosin. $= -9{,}8395595$? *Antw.* van $133^\circ\,43'\,10'',5$.

ACHTSTE AFDEELING.

Van de platte Driehoeksmeting.

§ 75. De platte driehoeksmeting, of liever driehoeksrekening, leert uit drie gegevene termen van eenen platten driehoek, waaronder eene zijde behoort te zijn, de drie overige te vinden. Dit geschiedt door evenredigheden en de goniometrische lijnen, zoo als nader uit het volgende zal blijken.

1°. *Van de regthoekige Driehoeken.*

§ 76. Uit den aard der zaak volgt, dat in eenen regthoekigen driehoek de regte hoek $= 90^\circ$ altijd bekend is; bovendien kan er nog bekend zijn een scheeve hoek met ééne zijde; of de regte hoek met twee zijden; in beide gevallen rekent men den driehoek genoegzaam bepaald, om ook de overige termen te kunnen berekenen.

§ 77. 1^e *Geval.* Gegeven zijnde één der scherpe hoeken met eene regthoekszijde; de andere regtshoekszijde met de schuinsche zijde te vinden.

Laat van den driehoek ABC, fig. 17, hoek B regt, en hoek A benevens de regthoekszijde AB bekend zijn. Trek uit den hoek A eenen cirkelboog met eenen radius AE, gelijk dien der sinus-tafel; stel in het punt E eene raaklijn, dan zal AE de radius, DE de tangens en AD de secans van den hoek A voorstellen. De driehoeken AED en ABC zijn gelijkvormig, en men heeft dus deze evenredigheden:

$$AE : AB = DE : BC$$

$$\text{en } AE : AB = AD : AC.$$

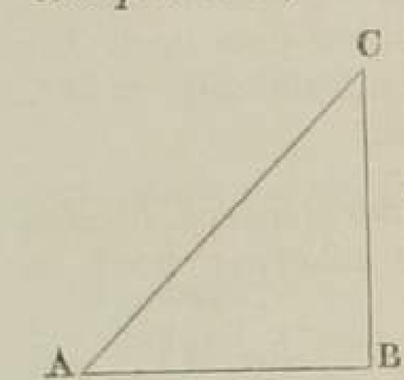
Wanneer men, in plaats van AE, DE en AD, de goniometrische benaming dezer lijnen plaatst, worden deze evenredigheden als volgt:

Rad. : AB = *tang.* ∠ A : BC
en *Rad.* : AB = *secans* ∠ A : AC;
welke evenredigheden, in woorden uitgedrukt, deze regels opleveren:

Als één der scherpe hoeken met ééne der regthoekzijden gegeven zijn, zoo heeft men:

1°. *De radius staat tot de gegevene zijde, gelijk de tangens van den scherpen hoek aan de gegevene zijde tot de andere regthoekszijde.*

2°. *De radius staat tot de gegevene zijde, gelijk de secans van den scherpen hoek, aan de gegevene zijde, tot de hypothenusa of schuinsche zijde.*



1e. *Voorb.* Gegeven zijnde AB = 63 roeden en de ∠ A = 71° 30'; te vinden BC en AC? Komt BC = 188,3 en AC = 198,5.

Oplossing.

Om BC te vinden, heeft men:

Rad. : AB = *tang.* ∠ A : BC.
100000 : 63 = 298869 : BC,
Vermenigvuldigd met 63
100000}18828747{188,3 = BC.

Om AC te vinden is,

Rad. : AB = *sec.* ∠ A : AC.
100000 : 63 = 315155 : AC,
Vermenigvuldigd met 63
100000}19854765{198,5 = AC.

Deze evenredigheden worden even als alle andere evenredigheden opgelost, namelijk: heeft men den onbekenden of den gevraagden term achteraan geplaatst, zoo is deze gelijk aan het product der middelste termen, gedeeld door den eersten term, en dus door logarithmen werkende, neemt men de som der logn. van de twee middelste termen en vermindert die som met den log. van den eersten term; de rest, in de Ie of IIIe tafel opgezocht, geeft den gevraagden term, zoo als nader uit de oplossing der volgende voorbeelden zal blijken.

Bewerking van het voorgaande voorbeeld door logarithmen, of door de Tafelen I en III onzer *Verzameling van Tafelen.*

Voor BC:

Rad. : AB = *tang.* ∠ A : BC.
Log. tang. 71° 30' = 10,4754801
log. 63 = 1,7993405
12,2748206 hiervan
log. rad. = 10,0000000 afgetrokken,
geeft 2,2748206, zijnde de *log.* van 188,3 = BC.

Voor AC:

Rad. : AB = *sec.* ∠ A : AC.
Log. sec. 71° 30' = 10,4985236
log. 63 = 1,7993405
12,2978641
log. rad. = 10,0000000 afgetr.
geeft 2,2978641, de *logarithm.* van 198,5 = AC.

2e *Voorb.* Van eenen regthoekigen driehoek ABC gegeven zijnde, de regthoekszijde AB = 24 en ∠ A = 59°; te vinden den hoek C, de regthoekszijde BC en de schuinsche AC? Komt de ∠ C = 31°, de zijde BC = 39,9, en de schuinsche AC = 46,6.

§ 78. IIe *Geval.* De schuinsche zijde met één' der scherpe hoeken gegeven zijnde, de regthoekszijden en den anderen scherpen hoek te vinden.

Trek, als § 77, uit A van den driehoek ABC, fig. 17, met AD, gelijk aan den radius der sinus-tafel, eenen boog GD; laat vervolgens uit D de lijn DE loodregt op AB getrokken worden, dan is AD de radius, DE de sinus, en AE de cosinus van den hoek A. De gelijkvormige driehoeken ADE en ABC geven de evenredigheden:

AD : AC = DE : BC
en AD : AC = AE : AB; de goniometrische benamingen voor AD, DE en AE in de plaats stellende, verkrijgt men:
rad. : AC = *sin.* ∠ A : BC
rad. : AC = *cos.* ∠ A : AB.

Wanneer men deze evenredigheden in woorden schrijft, verkrijgt men:

1°. *De radius staat tot de schuinsche zijde, gelijk de sinus van den hoek over de begeerde zijde, tot de begeerde zijde.*

2°. *De radius staat tot de schuinsche zijde, gelijk de cosinus van eenen scheeven hoek tot de regthoekszijde aan dien hoek.*

1e *Voorb.* Gegeven zijnde de schuinsche zijde AC = 84 en ∠ A = 57° 20'; te vinden AB en BC? Komt AB = 45,3 en BC = 70,7.

Oplossing.

De hoek A is 57° 20' en dus de hoek C gelijk 90° — 57° 20' = 32° 40'.

Oplossing door de natuurlijke sinus, of door Tafel V.

Voor BC.

Rad. : AC = *sin.* ∠ A : BC.
100000 : 84 = 84182 : BC
84
100000}7071288{70,7 = BC.

Voor AB.

Rad. : AC = *sin.* ∠ C : AB.
100000 : 84 = 53975 : AB
84
100000}4533900{45,3 = AB.

Oplossing door de logarithmen sinus, Taf. III.

$$\begin{array}{rl}
\textit{Rad.} : AC = & \textit{sin.}\ \angle A : BC. \\
\textit{Log. sin.}\ 57^\circ\ 20' = & 9{,}9252218 \\
\textit{log.}\ 84 = & \underline{1{,}9242793} \\
& \cancel{1}1{,}8495011\ \textit{log.}\ \text{van}\ 70{,}7 = BC.
\end{array}$$

$$\begin{array}{rl}
\textit{Rad.} : AC = & \textit{sin.}\ \angle C : AB. \\
\textit{Log. sin.}\ 32^\circ\ 40' = & 9{,}7321932 \\
\textit{log.}\ 84 = & \underline{1{,}9242793} \\
& \cancel{1}1{,}6564725\ \textit{log.}\ \text{van}\ 45{,}3 = AB.
\end{array}$$

Opmerking. In plaats van 10 of den log. van den radius der Tafel af te trekken, haalt men, kortheidshalve, de voorste 1, of het tiental van het character 11, met een streepje door, zoo als in de beide laatste uitwerkingen gedaan is.

2e *Voorb.* Van eenen regthoekigen driehoek ABC gegeven zijnde, de schuinsche zijde $AC = 216$ en den hoek $A = 71^\circ$; te vinden den anderen scherpen hoek en de regthoekszijden? Komt de $\angle C = 19^\circ$, $AB = 70{,}3$ en $BC = 204{,}2$.

§ 79. IIIe *Geval.* De beide regthoekszijden gegeven zijnde; de scheeve hoeken en de schuinsche zijde te vinden.

Stel, AE als rad., fig. 17, zoo is DE de tang. van den $\angle A$, en daar $\angle C$ het complement is van den $\angle A$, zoo is DE ook de cot. van den $\angle C$.

$$\begin{array}{ll}
\text{Verder heeft men:} & AB : AE = BC : DE, \quad \text{of} \\
& AB : \textit{rad.} = BC : \textit{tang.}\ \angle A, \quad \text{en voor C} \\
& AB : \textit{rad.} = BC : \textit{cot.}\ \angle C. \\
\text{Verder is nog:} & AE : AB = AD : AC, \\
& \text{of}\ \textit{rad.} : AB = \textit{sec.}\ \angle A : AC.
\end{array}$$

Men heeft dus naar aanleiding van deze evenredigheden in het algemeen:

1°. *Eene der regthoekszijden staat tot den radius, als de andere regthoekszijde tot de tangens van haren overstaanden scheeven hoek.*

2°. *Eene der regthoekszijden staat tot den rad., zoo als de andere regthoekszijde tot de cot. van haren aangrenzenden scheeven hoek.*

3°. *De radius staat tot eene der regthoekszijden, als de secans van den aanliggenden scheeven hoek tot de schuinsche zijde.*

In dit geval berekent men niet onmiddellijk de grootte van den hoek, maar wel de lengte of grootte van de goniometrische lijn van dien hoek, en men moet dus in de tafelen opzoeken, tot welken hoek of boog die lijn behoort of het naast bijkomt. Heeft men op die wijze den eenen scheeven hoek gevonden, zoo trekt men dien af van 90°, en de rest is de grootte van den anderen scheeven hoek. Zij kunnen echter elk, zoo als uit de gegevene evenredigheden blijkt, op zich zelven berekend worden.

1e *Voorbeeld.* Gegeven zijnde $AB = 63$ en $BC = 84$; te vinden de hoeken A en C en de schuinsche zijde AC? Komt de $\angle A = 53^\circ\ 8'$, de $\angle C = 36^\circ\ 52'$ en $AC = 105{,}1$.

Oplossing.

Voor den hoek A heeft men:

$$\begin{array}{rl}
AB : \textit{rad.} = & BC : \textit{tang.}\ \angle A. \\
\textit{Log.}\ BC = & 1{,}9242793 \\
\textit{log.}\ \text{van den}\ \textit{rad.} = & \underline{10{,}0000000} \\
& 11{,}9242793 \\
\textit{log.}\ \text{van}\ AB = & \underline{1{,}7993405} \\
& 10{,}1249388,\ \text{dat de} \\
& \textit{log. tang.}\ \text{is van}\ 53^\circ\ 8' = \angle A.
\end{array}$$

De hoek $C = 90^\circ - 53^\circ\ 8' = 36^\circ\ 52'$. Wil men echter den hoek C onmiddellijk berekenen, zoo heeft men:

$$\begin{array}{rl}
AB : \textit{rad.} = & BC : \textit{cot.}\ \angle C. \\
\textit{Log.}\ BC + \textit{log. rad.} = & 11{,}9242793 \\
\textit{log.}\ AB = & \underline{1{,}7993405} \\
& 10{,}1249388\ \text{is de}\ \textit{log. cot.} \\
& \text{van}\ 36^\circ\ 52' = \angle C.
\end{array}$$

Of ook:

$$\begin{array}{rl}
BC : \textit{rad.} = & AB : \textit{tang.}\ \angle C. \\
\text{De}\ \textit{log.}\ \text{van}\ AB = & 1{,}7993405 \\
\textit{log.}\ \text{van den}\ \textit{rad.} = & \underline{10{,}0000000} \\
& 11{,}7993405 \\
\textit{log.}\ \text{van}\ BC = & \underline{1{,}9242793} \\
& 9{,}8750612,\ \text{dat de}\ \textit{log. tangens} \\
& \text{is van}\ 36^\circ\ 52' = \angle C.
\end{array}$$

Voor de zijde AC heeft men:

$$\begin{array}{rl}
\textit{Rad.} : AB = & \textit{sec.}\ \angle A : AC. \\
\textit{Log. sec.}\ \angle A = & 10{,}2218814 \\
\textit{log.}\ AB = & \underline{1{,}7993405} \\
& \cancel{1}2{,}0212219,\ \textit{log.}\ \text{van}\ 105{,}1 = AC.
\end{array}$$

2e *Voorb.* Van een' regthoekigen driehoek ABC gegeven zijnde, de beide regthoekszijden, $AB = 23$ en $BC = 43$; te vinden de hoeken A en C met de schuinsche zijde AC? Komt de $\angle A = 61^\circ\ 52'$, de $\angle C = 28^\circ\ 8'$ en $AC = 48{,}78$.

§ 80. IVe *Geval.* De schuinsche zijde met ééne der regthoekszijden gegeven zijnde; de scherpe hoeken en de andere regthoekszijde te vinden.

Laat uit den $\angle A$, fig. 17, met den radius AG een' cirkelboog GD getrokken worden; trek vervolgens uit D de lijn DE en in G de lijn FG beide loodregt op AB, dan is AD de radius, AE de cosin., DE de sin. en AF de sec. van den hoek A. De gelijkvormige driehoeken AED, AGF en ABC geven: $AB : AG = AC : AF$ of $AB : \textit{rad.} = AC : \textit{sec.}\ \angle A$, en verder $AC : AD = BC : DE$ of $AC : \textit{rad.} = BC : \textit{sin.}\ \angle A$.

Deze evenredigheden zeggen in woorden:

1°. *Eene der regthoekszijden staat tot den radius, als de schuinsche zijde tot de secans van den scherpen hoek over de andere regthoekszijde.* En

2°. *De schuinsche zijde staat tot den radius, als eene der regthoekszijden tot de sinus van haren overstaanden hoek.*

1e. *Voorb.* Van eenen regthoekigen driehoek ABC is gegeven: AC = 80 en AB = 48; te vinden de hoeken A en C, en de zijde BC? Komt de $\angle$A = 53° 8', de $\angle$C = 36° 52' en BC = 64.

De gevondene evenredigheden op ons voorbeeld toepassende, heeft men de volgende oplossing.

AB : *rad.* = AC : *secans* $\angle$A.

Log. rad. + *log.* AC = 11,9030900
» AB = 1,6812412
10,2218488 *log. secans*
van 53° 8' = $\angle$A.

AC : *rad.* = AB : *sinus* $\angle$C.

Log. rad. + *log.* AB = 11,6812412
» AC = 1,9030900
9,7781512 *log. sinus.*
van 36° 52' = $\angle$C.

2e *Voorb.* Gegeven zijnde, van eenen regthoekigen driehoek ABC, de schuinsche zijde AC = 82 en de zijde AB = 48; te vinden de scheeve hoeken A en C, met de andere regthoekszijde BC? Komt de hoek A = 54° 10', de $\angle$C = 35° 50' en BC = 66,48.

§ 81. *Opmerking.* De onbekende zijden in het 3e en 4e geval kunnen ook gevonden worden door het bekende *Theorema* van PYTHAGORAS: *Het vierkant op de schuinsche zijde is gelijk aan de som der vierkanten op de twee regthoekszijden*, en dus, $AC^2 = AB^2 + BC^2$, en verder $AB^2 = AC^2 - BC^2$ en $BC^2 = AC^2 - AB^2$, enz., zoo als in § 58 is aangetoond.

§ 82. De volgende voorbeelden dienen tot oefening in het oplossen der regthoekige platte driehoeken.

1. Van een' regthoekigen driehoek ABC gegeven zijnde, de regthoekszijde AB = 54 en de scherpe hoek A = 54°,7. *Vrage* naar de andere regthoekszijde BC, de schuinsche AC en den scherpen hoek C? *Antw.* De $\angle$C = 35° 18', BC = 76,27 en AC = 93,45.
2. Gegeven AC = 50 en $\angle$A = 47° 28'. *Vrage* AB, BC en den $\angle$C? *Antw.* De $\angle$C = 42° 32', AB = 33,8 en BC = 36,8.
3. Van den driehoek ABC gegeven BC = 53 met den hoek A = 66° 20'. *Vrage* AB, AC en den hoek C? *Antw.* AB = 23,23, AC = 57,87 en $\angle$C = 23° 40',
4. Van een' regthoekigen driehoek ABC gegeven zijnde de beide regthoekszijden AB = 71 en BC = 59. *Vrage* naar de hoeken A en C, en de schuinsche zijde AC? *Antw.* $\angle$A = 39° 44', $\angle$C = 50° 16', en AC = 92,32.
5. Gegeven AC = 73,5 en AB = 47,8. *Vrage* naar de hoeken A en C en de zijde BC? *Antw.* De $\angle$A = 49° 26', $\angle$C = 40° 34' en BC = 55,84.

6. Van een' regthoekigen driehoek is gegeven AC = 67,35 voet, en de regthoekszijde BC = 112 halve voeten. *Vrage* naar de hoeken A en C en de zijde AB? *Antw.* $\angle$A = 56° 15', $\angle$C = 33° 45' en AB = 37,42 voet.
7. Van den regthoekigen driehoek ABC is bekend de schuinsche zijde AC = 197,25 en de hoek A = 39° 13' 18''. *Vrage* $\angle$C, benevens BC en AB? *Antw.* $\angle$C = 50° 46' 42'', BC = 124,725 en AB = 152,811.
8. Als van eenen regthoekigen driehoek gegeven is de *hypothenusa* = 3,81256 en de *basis* = 1,00854, vraagt men naar de scheeve hoeken, tot in seconden toe naauwkeurig, benevens de onbekende *perpendiculaire* zijde? *Antw.* De hoek aan de *basis* = 74° 39' 39'', de *tophoek* = 15° 20' 21'' en de *perpendiculaire* zijde = 3,67672.
9. Nog is van eenen regthoekigen driehoek ABC gegeven de *basis* AB = 72,4439 en de opstaande zijde BC = 79,4328. *Vrage* de grootte der hoeken A en C, tot seconden toe naauwkeurig, benevens de schuinsche zijde? *Antw.* $\angle$A = 47° 38' 5'', $\angle$C = 42° 21' 55'' en AC = 107,5067.
10. Van een' regthoekigen driehoek is de tophoek gelijk *ééne streek* (zijnde 11° 15'); men vraagt de grootte van BC en AB, of van de perpendiculaire- en grond-zijden, als de schuinsche zijden achtervolgend zijn: 8, 9, 10, 11 en 12 mijlen of ellen? *Antw.* . . .

2°. *Van de Scheefhoekige Driehoeken.*

§ 83. De berekening der scheefhoekige driehoeken is even gemakkelijk als de regthoekige, en bepaalt zich tot de volgende vier gevallen, als:

1e *Geval.* Bekend gegeven twee hoeken met eene zijde.
2e » Twee zijden met den hoek over eene dezer zijden.
3e » Gegeven twee zijden met den ingesloten hoek. En
4e » Bekend de drie zijden.

Trek, uit A en B, fig 18, pl. I, met gelijke stralen twee bogen, en uit E, C en F de loodlijnen ED, CH en FG, dan stellen de loodlijnen ED en FG de sinussen voor der hoeken A en B (§ 63) Verder deelt de lijn CH den driehoek ABC in twee regthoekige driehoeken, AHC en BHC, waarvan de eerste met den driehoek ADE, en de tweede met den driehoek BFG gelijkvormig is, en dit geeft (§ 57):

AE : AC = DE : CH
en BF : BC = FG : CH; welke evenredigheden, na de in plaatsstelling der goniometrische benamingen, de volgende vergelijkingen geven:

rad. × CH = AC × *sin.* $\angle$A
rad. × CH = BC × *sin.* $\angle$B.

En hieruit volgt, omdat in deze de eerste leden gelijk zijn:

AC × *sin.* $\angle$A = BC × *sin.* $\angle$B, welke vergelijking, volgens § 30. 1°, aanleiding geeft tot de volgende evenredigheid:

AC : BC = *sin.* ∠ B : *sin.* ∠ A.

Even zoo kan men uit den ∠ A eene loodlijn op BC stellen, en vervolgens, op gelijke wijze, de volgende evenredigheid erlangen:

AC : AB = *sin.* ∠ B : *sin.* ∠ C.

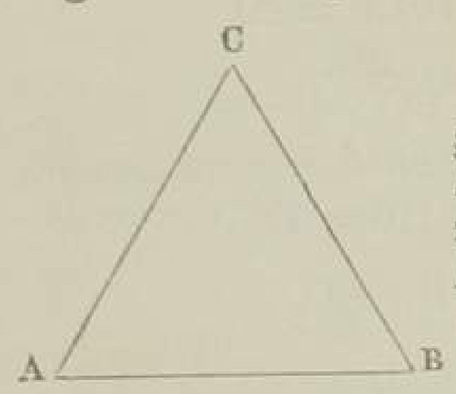
En dus heeft men in het algemeen

AC : BC : AB = *sin.* ∠ B : *sin.* ∠ A : *sin.* ∠ C.

Waaruit dan blijkt: 1°. *dat de zijden van eenen driehoek tot elkander in reden staan als de sinussen van hare overstaande hoeken*, en omgekeerd: 2°. *De sinussen van de hoeken eens driehoeks staan tot elkander in reden, als de overstaande zijden.* Op deze eigenschap der driehoeken berust de oplossing van twee gevallen der scheefhoekige driehoeken.

§ 84. I^e^ *Geval.* Als, van een' scheefhoekigen driehoek twee hoeken en eene der zijden gegeven zijn; de onbekende termen te vinden.

Om dit geval op te lossen moet men eerst den nog onbekenden derden hoek zoeken; dit geschiedt door de beide bekende hoeken te zamen te tellen, en de som van 180° af te trekken (§ 54. 1°). Om nu verder de zijden te vinden, heeft men: eene der zijden is bekend gegeven, en daar al de hoeken mede bekend zijn, zoo laat zich de laatst voorgaande evenredigheid onmiddellijk toepassen, zoo als uit de oplossing van de volgende voorbeelden kan blijken.



1^e^ *Voorb.* Van den driehoek ABC zijn gegeven: AB = 75, de ∠ A = 57° 30′, en de ∠ B = 69° 25′; te vinden den ∠ C, met de zijden AC en BC? Komt de ∠ C = 53° 5′, AC = 87,8 en BC = 79,1.

Oplossing.

∠ A + ∠ B = 126° 55′ en dus ∠ C = 180° — 126° 55′ = 53° 5′.

Om AC te vinden heeft men:

Sin. ∠ C : AB = *sin.* ∠ B : AC.
79951 : 75 = 93616 : *x*
75
79951 | 7021200 | 87,8 = AC.

Voor BC is: *Sin.* ∠ C : AB = *sin.* ∠ A : BC.
79951 : 75 = 84339 : *x*
75
79951 | 6325425 | 79,1 = BC.

Door de logarithmen: *Sin.* ∠ C : AB = *sin.* ∠ B : AC.
Log. sin. ∠ B = 9,9713509
» AB = 1,8750613
11,8464122
» » ∠ C = 9,9028239
1,9435883 *log.* van 87,8 = AC.

Sin. ∠ C : AB = *sin.* ∠ A : BC.
Log. sin. ∠ A = 9,9260292
» AB = 1,8750613
11,8010905
» » ∠ C = 9,9028239
1,8982666 *log.* van 79,1 = BC.

2^e^ *Voorb.* Van eenen scheefhoekigen driehoek ABC gegeven zijnde, de zijde AB = 54, de ∠ A = 59° 30′ en de ∠ B = 64° 30′; te vinden den ∠ C, met de zijden AC en BC? Komt ∠ C = 56°; AC = 58,8 en BC = 56,1.

3^e^ *Voorb.* Van eenen stomphoekigen driehoek ABC bekend zijnde, de zijde AB = 57, den ∠ A = 32° 30′ en den ∠ B = 117° 40′; te vinden de zijden AC en BC, met den hoek C? Komt AC = 101,5, BC = 61,6 en ∠ C = 29° 50′.

Oplossing.

De ∠ A + ∠ B = 150° 10′ en dus ∠ C = 180° — 150° 10′ = 29° 50′.

Voor AC. *Sin.* ∠ C : AB = *sin.* ∠ B : AC.
49748 : 57 = 88566 : AC
57
49748 | 5048262 | 101,5 = AC.

Voor BC. *Sin.* ∠ C : AB = *sin.* ∠ A : BC.
49748 : 57 = 53730 : BC
57
49748 | 3062610 | 61,6 = BC.

Door de logarithmen. *Sin.* ∠ C : AB = *sin.* ∠ B : AC.
Log. sin. ∠ B = 9,9472689
log. AB = 1,7558749
11,7031438
log. sin. ∠ C = 9,6967745
2,0063693 *log.* van 101,5 = AC.

Sin. ∠ C : AB = *sin.* ∠ A : BC.
Log. sin. ∠ A = 9,7302165
log. AB = 1,7558748
comp. log. sin. ∠ C = 0,3032255
1,7893168 *log.* van 61,6 = BC.

4^e^ *Voorb.* Gegeven zijnde AB = 85, de ∠ A = 35° 30′ en de ∠ B = 112° 45′; te vinden de overige zijden en den hoek C? Komt de ∠ C = 31° 45′, AC = 149 en BC = 93,8.

§ 85. II^e^ *Geval.* Als twee zijden van een' scheefhoekigen driehoek, met den hoek, tegen over eene van deze zijden, gegeven zijn, de overige hoeken te vinden.

Ter oplossing van dit geval stelle men de zijden in evenredigheid met de sinussen der overstaande hoeken, § 83.

1e *Voorb.* Van eenen in B stomphoekigen driehoek ABC gegeven zijnde: $AB = 67$, $BC = 79$ en $\angle A = 35° 20'$; te vinden AC met de hoeken B en C? Komt de $\angle B = 115° 18'$, de $\angle C = 29° 22'$ en $AC = 123{,}5$.

Oplossing.

Om den $\angle C$ te vinden:

$$BC : sin.\ \angle A = AB : sin.\ \angle C.$$

$$79 : 57833 = 67 : sin.\ \angle C.$$

$$\frac{67}{79 \mid 3874811 \mid 49048} \ \textit{sinus} \text{ van } 29° 22' = \angle C$$

$$\begin{array}{ll} \text{tel bij} & \underline{35.\ 20} = \angle A \\ \text{som} & 64° 42' = \angle A + \angle C \\ \text{van} & \underline{180.\ \ 0} \\ \text{geeft} & 115° 18' = \angle B. \end{array}$$

Door de logarithmen:

$$BC : sin.\ \angle A = AB : sin.\ \angle C.$$

$$\begin{array}{rl} Log.\ sin.\ \angle A = & 9{,}7621775 \\ \text{»} \qquad AB = & \underline{1{,}8260748} \\ & 11{,}5882523 \\ \text{»} \qquad BC = & \underline{1{,}8976271} \\ & 9{,}6906252 \ \ log.\ sin. \text{ van } 29° 22' = \angle C. \end{array}$$

Om AC te vinden, heeft men:

$$sin.\ \angle C : AB = sin.\ \angle B : AC$$

$$\text{of } sin.\ \angle A : BC = sin.\ \angle B : AC.$$

Door elk dezer evenredigheden wordt gevonden: $AC = 123{,}5$.

Vindt men in voornoemde evenredigheid $sin.\ A \times AB > BC$, dan is, dewijl *sin.* C niet grooter dan 1 of de *rad.* kan zijn, de opgave voor een' driehoek, in dat geval, onbestaanbaar Is $sin.\ A \times AB = BC$, dan heeft men $sin.\ C = 1$, en alsdan is $\angle C = 90°$ of de driehoek regthoekig. Is eindelijk $sin.\ A \times AB < BC$, zoo is $sin. C < 1$, en bestaan er alsdan twee driehoeken, welke aan de vraag voldoen, en de hoek C kan scherp of stomp genomen worden, want beide voldoen aan de uitdrukking $\frac{sin.\ A \times AB}{BC}$. Hetgeen dan ook voor de andere onbekende termen verschillende waarden ten gevolge zal hebben.

Is de zijde over den bekenden hoek kleiner dan de andere zijde, zoo kan de zijde CB *van* of *naar* AC getrokken worden, en hierdoor wordt $\angle B$ scherp of stomp, en krijgt men voor $\angle C$ en AB twee verschillende waarden. Is de zijde over den bekenden hoek grooter, zoo wordt de aanliggende hoek alleen scherp en krijgt men alsdan slechts één antwoord voor elk der onbekende termen.

2e *Voorb.* Van den driehoek ABC gegeven zijnde, $AC = 120$, $\angle A = 40° 10'$ en $BC = 90$. Komt $\angle B = 59° 19'$ of $120° 41'$, $\angle C = 80° 31'$ of $19° 9'$ en $AB = 137{,}6$ of $45{,}77$.

§ 86. IIIe *Geval.* Van eenen scheefhoekigen driehoek twee zijden met den ingesloten hoek gegeven zijnde; de onbekende termen te vinden.

Veronderstellen wij, dat AC en BC met den $\angle C$ gegeven zijn, zoo is de som der twee hoeken mede bekend, want $A + B = 180° - \angle C$. Verder bepale men het halve verschil dezer hoeken en heeft men te dien aanzien:

$$AC : BC = sin.\ \angle B : sin.\ \angle A, \ (\S\ 83)$$

en passen wij op deze de 4e eigenschap der evenredigheden toe (§ 30), zoo heeft men:

$$AC + BC : AC - BC = sin.\ \angle B + sin.\ \angle A : sin.\ \angle B - sin.\ \angle A.$$

Maar $$\frac{sin.\ \angle B + sin.\ \angle A}{sin.\ \angle B - sin.\ \angle A} = \frac{tang.\ \frac{1}{2}\,(\angle B + \angle A)}{tang.\ \frac{1}{2}\,(\angle B - \angle A)},\ (^1)$$

en dit geeft voor de laatstgevondene evenredigheid:

$$AC + BC : AC - BC = tang.\ \tfrac{1}{2}\,(\angle B + \angle A) : tang.\ \tfrac{1}{2}\,(\angle B - \angle A).$$

Als men nu van eenen driehoek twee zijden, bijv., AC, BC en den ingesloten hoek $\angle C$ gegeven heeft, zoo zijn ook $\frac{1}{2}\,(\angle A + \angle B)$ bekend, en dus, naar aanleiding der laatst voorgaande evenredigheid, genoegzame termen gegeven om $\frac{1}{2}\,(\angle A - \angle B)$ te berekenen.

Neemt men BC, AB en $\angle B$, of AC, AB met den $\angle A$ bekend, en handelt men op overeenkomstige wijze; zoo bepale men ook de gelijksoortige evenredigheden voor het vinden der halve verschillen voor de andere hoeken, en dit geeft ons dan in het algemeen voor het vinden van gezegd halve verschil de navolgende evenredigheid tot oplossing van het 3e geval:

De som der twee gegevene zijden staat tot het verschil dezer beide zijden, als de tangens van de halve som der beide onbekende hoeken tot de tangens van hun halve verschil.

Is nu in 't algemeen van twee grootheden de halve som en het halve verschil bekend, zoo worden de waarden dier grootheden gevonden, door ze op te tellen en van elkander af te trekken; stel de twee grootheden voor door a en b, zoo is $a + b$ de som en $a - b$ het verschil, als men $a > b$ stelt, en dit geeft:

$$\tfrac{1}{2}\,(a + b) = \tfrac{1}{2}\,a + \tfrac{1}{2}\,b$$

$$\underline{\tfrac{1}{2}\,(a - b) = \tfrac{1}{2}\,a - \tfrac{1}{2}\,b}, \text{ en dus heeft men}$$

voor som a, de grootste, en
voor verschil b, de kleinste dezer grootheden.

Telt men dus de halve som en het halve verschil der gevraagde hoeken bij elkander, zoo heeft men voor de som den grootsten hoek, d. i. dien hoek, welke over de grootste zijde staat, en voor het verschil den kleinsten hoek, die steeds over de kleinste zijde gelegen is.

1e *Voorb.* Van een' driehoek ABC is gegeven $AB = 100$, $AC = 70$, en de hoek $A = 65° 20'$; te vinden de hoeken B en C en de zijde BC? Komt de hoek $B = 41° 57'$, $\angle C = 72° 43'$ en $BC = 95{,}16$.

(1) Hoorweg, *Gronden der Zeevaartkunde*, § 27, N°. 13.

Oplossing.

Trek den $\angle A = 65^\circ 20'$ af

van $180.\ 0$

blijft $\angle C + \angle B = 114^\circ 40'$, en

de halve som $= 57^\circ 20' = \frac{1}{2}(\angle C + \angle B)$.

Verder is $AB + AC = 100 + 70 = 170$, de som der zijden

en $AB - AC = 100 - 70 = 30$, het verschil.

$AB + AC : AB - AC = tang.\ \frac{1}{2}(\angle C + \angle B) : tang.\ \frac{1}{2}(\angle C - \angle B)$.

Log. tang. $57^\circ 20' = 10{,}1930286$

» $(AB - AC)$ of $30 = 1{,}4771213$

$11{,}6701499$

» $(AB + AC)$ of $170 = 2{,}2304489$

$9{,}4397010$, *log. tang.* van $15^\circ 23'$

$= \frac{1}{2}(\angle C - \angle B)$.

Om nu de hoeken C en B te vinden, van welke C noodwendig de grootste moet zijn, omdat hij over de grootste zijde AB staat, neemt men de som en het verschil van de halve som en het halve verschil der te zoeken hoeken. Bijvoorbeeld:

De halve som, $\frac{1}{2}(\angle C + \angle B) = 57^\circ 20'$

het halve verschil, $\frac{1}{2}(\angle C - \angle B) = 15.\ 23$

de som $72^\circ 43' = \angle C$

en het verschil $41^\circ 57' = \angle B$.

Om de zijde BC te vinden, heeft men eindelijk naar § 84:

Sin. $\angle C : AB =$ *sin.* $\angle A : BC$,

of *sin.* $\angle B : AC =$ *sin.* $\angle A : BC$.

2e *Voorb.* Gegeven de zijde $BC = 93$, $AB = 39$ en de hoek $B = 32^\circ 16'$; te vinden de hoeken A en C, met de zijde AC? Komt de $\angle A = 128^\circ 36'$, de $\angle C = 19^\circ 8'$, en $AC = 63{,}52$.

Oplossing.

Trek den $\angle B = 32^\circ 16'$

van $180.\ 0$

blijft $\angle A + \angle C = 147^\circ 44'$

en dus $\frac{1}{2}(\angle A + \angle C) = 73^\circ 52'$.

$BC + AB = 93 + 39 = 132$,

en $BC - AB = 93 - 39 = 54$.

$BC + AB : BC - AB = tang\ \frac{1}{2}(A + C) : tang.\ \frac{1}{2}(A - C)$.

Log. tang. $73^\circ 52' = 10{,}5387033$

» van $BC - AB$ of $54 = 1{,}7323938$

$12{,}2710971$

» van $BC + AB$ of $132 = 2{,}1205739$

$10{,}1505232$, de *log. tang.* van $54^\circ 44'$.

Men neme nu weder als boven de som en het verschil van $73^\circ 52'$ en $54^\circ 44'$.

En men vindt voor de hoeken A en C:

De halve som $73^\circ 52'$

tel bij of trek af $54.\ 44$, het halve verschil,

dan geeft de som $128^\circ 36'$, den $\angle A$,

en het verschil $19^\circ 8'$, den $\angle C$.

En voor de zijde AC heeft men weder:

sin. $\angle C : AB =$ *sin.* $\angle B : AC$,

of *sin.* $\angle A : BC =$ *sin.* $\angle B : AC$.

§ 87. IVe *Geval.* Gegeven de drie zijden van eenen scheefhoekigen driehoek; de hoeken te vinden.

Dit geval der platte driehoeken laat zich door onderscheidene regelen oplossen; wij zullen eenige daartoe dienende hier doen volgen en verklaren.

Laat in den driehoek ABC, fig. 18, uit C op AB eene loodlijn CH vallen, zoo heeft men, volgens § 58:

$$BC^2 = BH^2 + CH^2,$$

maar $CH^2 = AC^2 - AH^2$

$$\text{dus } BC^2 = BH^2 + AC^2 - AH^2 \quad \ldots\ldots\ (1).$$

Maar $BH = AB - AH$ en dus

$$BH^2 = AB^2 - 2\,AB \times AH + AH^2.$$

en hierdoor wordt N°. 1

$$BC^2 = AB^2 + AC^2 - 2\,AB \times AH \text{ en dit geeft:}$$

$$AH = \frac{AB^2 + AC^2 - BC^2}{2\,AB}.$$

Stelt men de zijden BC, AC en AB van den driehoek achtervolgens voor door a, b en c, zoo wordt de laatste vergelijking:

$$AH = \frac{c^2 + b^2 - a^2}{2c} \quad \ldots\ldots\ (2).$$

In den regthoekigen driehoek AHC heeft men (§ 78):

Rad. $: AC =$ *cos.* $A : AH$, en de *Rad.* $= 1$ stellende, heeft men

$AH =$ *cos.* $A \times AC =$ *cos.* $A \times b$, en hierdoor wordt N°. 2:

$$cos.\ A \times b = \frac{c^2 + b^2 - a^2}{2c}, \text{ of}$$

$$cos.\ A = \frac{c^2 + b^2 - a^2}{2bc}. \text{ Op gelijke wijze vindt men:}$$

$$cos.\ B = \frac{c^2 + a^2 - b^2}{2ac} \text{ en}$$

$$cos.\ C = \frac{a^2 + b^2 - c^2}{2ab},$$

welke regels bereids genoegzaam zijn, om de hoeken te berekenen. De volgende herleiding toepassende, krijgt men de gewone en voor de logarithmen meer geschikte formulen. Door de eerst gevondene vergelijking, die voor *cos* A, van $1 = 1$ af te trekken, heeft men:

$$1 - cos.\, A = 1 - \frac{c^2 + b^2 - a^2}{2\,b\,c}, \text{ maar}$$

$1 - cos.\, A = 2\ sin.^2\ \frac{1}{2} A$ (1), en dus

$$2\ sin.^2\ \tfrac{1}{2} A = 1 - \frac{c^2 + b^2 - a^2}{2\,b\,c} = \frac{2\,b\,c - c^2 - b^2 + a^2}{2\,b\,c} \quad . \quad (3).$$

Maar $2\,b\,c - c^2 - b^2 + a^2 = (a + b - c)\,(a + c - b)$.
Hierdoor wordt N°. 3:

$$2\ sin.^2\ \tfrac{1}{2} A = \frac{(a + b - c)(a + c - b)}{2\,b\,c.} \text{ en}$$

$$sin.^2\ \tfrac{1}{2} A = \frac{(a + b - c)\,(a + c - b)}{4\,b\,c} = \tfrac{1}{2} \frac{(a+b-c)\,\frac{1}{2}\,(a+c-b)}{b\,c.} \, (4).$$

Stelt men $\frac{1}{2}(a + b + c) = s$, zoo is
$s = \frac{1}{2} a + \frac{1}{2} b + \frac{1}{2} c$. En hiervan afgetrokken $c = c$, zoo is de rest $s - c = \frac{1}{2} a + \frac{1}{2} b - \frac{1}{2} c = \frac{1}{2}(a + b - c)$, even zoo is $\frac{1}{2}(a + c - b) = s - b$ en hierdoor wordt N°. 4:

$$sin.^2\ \tfrac{1}{2}\ A = \frac{(s - c)\ (c - b)}{b\,c} \text{ of}$$

$$sin.\ \tfrac{1}{2}\ A = \sqrt{\frac{(s - c)\ (s - b).}{b\,c}} \quad . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \quad (5).$$

Telt men de vergelijking *cos.* A bij $1 = 1$, zoo heeft men, op gelijke wijze handelende:

$$1 + cos.\ A = 1 + \frac{c^2 + b^2 - a^2}{2\,b\,c.}.$$

Maar $1 + cos.\ A = 2\ cos.^2\ \frac{1}{2}\ A$ (2) en dus

$$2\ cos.^2\ \tfrac{1}{2} A = \frac{2\,b\,c + c^2 + b^2 - a^2}{2\,b\,c} = \frac{(a + b + c)\,(b + c - a)}{2\,b\,c} \text{ en dus}$$

$$cos.\ \tfrac{1}{2}\ A = \sqrt{\frac{s\,(s - a)}{b\,c}} \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \quad (6).$$

Volgens § 72, is $\frac{sin.\ a}{cos.\ a} = tang.\, a$, deelt men dus de formule N°. 5 door N°. 6, dan heeft men:

$$Tang\ \tfrac{1}{2}\ A = \sqrt{\frac{(s - c)\,(s - b)}{s\,(s - a)}} \quad . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \quad (7).$$

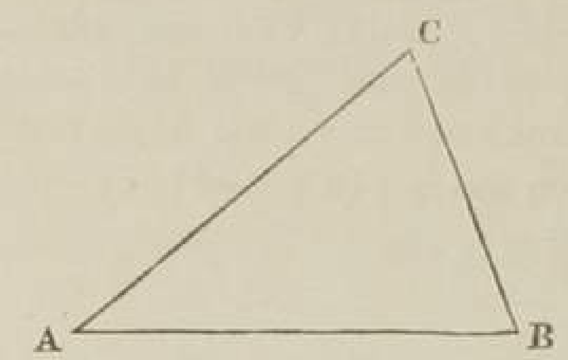
De drie formulen N°. 5, 6 en 7 zijn zeer geschikt voor de oplossing door logarithmen, N°. 6 is gemakkelijker dan N°. 5; N°. 7 iets langwijliger, doch zij is, daar de verschillen voor de tangenten altijd grooter zijn dan die voor de sinussen en cosinussen, iets naauwkeuriger dan de twee andere formules.

In woorden, zegt N°. 5: *Tel de drie zijden van den driehoek te zamen, neem hiervan de helft, en trek daarvan de twee zijden af, die om den gevraagden hoek staan, tel verder te zamen: de complement-logarithmen van de twee zijden, om den gevraagden hoek, en de*

(1) HOOBWEG, *Gronden*, § 27, 2°. (2) Als voren.

logarithmen der twee verschillen van de halve som en de zijden, om den begeerden hoek; neem van deze vier logn. de halve som, en opgezocht in de log. sin., zoo geeft deze de helft van den gevraagden hoek.

Voor N°. 6: *Neem, als voren, de halve som der drie zijden, en verminder die met de zijde over den begeerden hoek; tel nu bij de complement-logarithmen van de zijden, om den gevraagden hoek, den log. van de halve som der drie zijden en dien van het verschil van de halve som en de zijde, over den gevraagden hoek; van de som dezer vier logarithmen de helft genomen en opgezocht in de log. cosinus, zoo geeft dit de helft van den begeerden hoek.*



Voorbeeld. Van den scheefhoekigen driehoek ABC bekend zijnde AB = 84, AC = 90 en BC = 78; om te vinden de hoeken A, B en C? Komt de ∠ A = 53° 8′, ∠ B = 67° 23′ en ∠ C = 52° 29′.

Oplossing.

Den ∠ A te vinden door N°. 5.

AB = 84 *compl. log.* 8,0757207
AC = 90 » » 8,0457575
BC = 78
som = 252
$\frac{1}{2}$ *som* = 126
$\frac{1}{2}$ *som* — AB = 42 *logarithm.* 1,6232493
$\frac{1}{2}$ » — AC = 36 » 1,5563025
som = 19,3010300
2)
$\frac{1}{2}$ *som* = 9,6505150 *log. sin.* van 26° 34′ = $\frac{1}{2}$ ∠ A,
en derhalve de ∠ A = 53° 8′.

Voor den ∠ B door N°. 6.

AB = 84 *compl. log.* 8,0757207
BC = 78 » » 8,1079054
AC = 90
som = 252
$\frac{1}{2}$ » = 126 *logarithm.* 2,1003705
$\frac{1}{2}$ *som* — AC = 36 » 1,5563025
som = 19,8402991
$\frac{1}{2}$ » = 9,9201496 is de *log. cos.* 33° 41$\frac{1}{2}$′ = $\frac{1}{2}$ ∠ B en dus ∠ B = 67° 23′.

Voor den ∠ C door N°. 6 heeft men:

AB =	84		
AC =	90	*compl. log.*	8,0457575
BC =	78	» »	8,1079054
som =	252		
$\frac{1}{2}$ » =	126	*logarithm.*	2,1003705
$\frac{1}{2}$ *som* — AB =	42	»	1,6232493
		som =	19,8772827
		$\frac{1}{2}$ *som* =	9,9386413

is de *log. cos.* 29° 44½′ = ½ ∠ C en mitsdien ∠ C = 59° 29′.

Telt men nu de waarde der drie hoeken, welke men elk afzonderlijk heeft berekend, te zamen, zoo moet de som gelijk aan twee regte hoeken of 180° zijn; bij voorb.:

∠ A = 53° 8′
∠ B = 67. 23
∠ C = 59. 29
180° 0′.

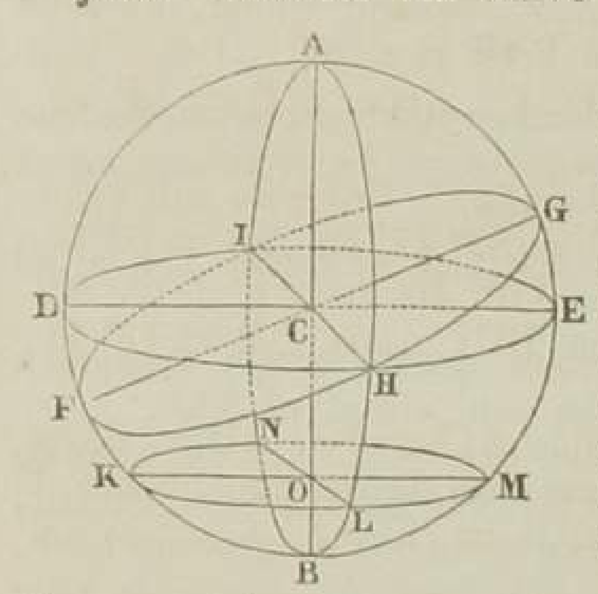
§ 88. *Voorbeelden tot Oefening in de oplossing der scheefhoekige platte driehoeken.*

1. Van een' scheefhoekigen driehoek ABC bekend zijnde, de zijde AB = 356, de hoek A = 77° 30′ en hoek B = 88°. *Vrage* naar den hoek C en de zijden AC en BC? *Antw.* ∠ C = 14° 30′, AC = 1421 en BC = 1388,1.
2. Gegeven BC = 34, AC = 57 en ∠ B = 65°. *Vrage* de onbekende termen? *Antw.* ∠ A = 32° 43′, ∠ C = 82° 17′ en AB = 62,3.
3. Bekend zijnde AC = 53,68, ∠ A = 110° 40′ en ∠ C = 55° 25′. *Vrage* naar ∠ B, en de zijden AB en BC? *Antw.* ∠ B = 13° 55′, AB = 183,7 en BC = 208,8.
4. Van een' driehoek ABC gegeven zijnde AC = 80, AB = 68 en den ingesloten hoek A = 54°. *Vrage* naar de overige hoeken B en C, met de zijde BC? *Antw.* ∠ B = 72° 3′, ∠ C = 53° 57′ en BC = 68,03.
5. Bekend AB = 183,7, AC = 268, en den ingesloten hoek A = 26° 40′. *Vrage* naar de hoeken B en C, met de zijde BC? *Antw.* ∠ B = 114° 53′, ∠ C = 38° 27′ en BC = 132,6.
6. Gegeven AC = 129,5, AB = 36 en BC = 108,3. *Vrage* naar de hoeken A, B en C? *Antw.* ∠ A = 47° 11′, ∠ B = 118° 42′ en ∠ C = 14° 7′.
7. Laat van een' scheefhoekigen driehoek ABC gegeven zijn BC = 5063,985, ∠ B = 30° 11′ 44″ en hoek C = 97° 44′ 14″. *Vrage* ∠ A, benevens de zijden AC en AB? *Antw.* ∠ A = 52° 4′ 2″, AC = 3229,163 en AB = 6361,956.
8. Stel gegeven AC = 897,0432, BC = 769,0548 en ∠ C = 119° 39′ 45″, *Vrage* ∠ A en ∠ B, benevens de zijde AB? *Antw.* ∠ A = 27° 36′ 43″. ∠ B = 32° 43′ 32″ en AB = 1441,85.

9. De zijde AB = 13,782, AC = 18,743 en BC = 29,037. *Vrage* de onbekende termen? *Antw.* ∠ A = 125° 45′ 30″, ∠ B = 31° 35′ 17″ en ∠ C = 22° 39′ 13″.
10. Gegeven AC = 5400 palmen, BC = 320 ellen en den ∠ A = 29° 30′. *Vrage* de onbekende termen? *Antw.* ∠ B = 56° 11′ 53″, ∠ C = 94° 18′ 7″ en AB = 648,02 el, of ∠ B = 123° 48′ 7″, ∠ C = 26° 41′ 53″ en AB = 291,97 el.
11. Van een' driehoek ABC is gegeven de zijde AC = 422 palmen, BC = 42,2 el en ∠ C = 40° 10′. *Vrage* de onbekende termen. *Antw.* . . . . . .
12. Van een' driehoek is gegeven AC = 5000 Nederlandsche strepen, BC = 15,92628 Rijnlandsche voet en ∠ B = 60°. *Vrage* de onbekende termen? *Antw.* . . . . . .

NEGENDE AFDEELING.

Van de Klootsche Driehoeksmeting.



§ 89. Wanneer een halve cirkel AHB om zijne middellijn AB als om eene as omwentelt, dan kan men zich voorstellen, dat daardoor een wiskundig ligchaam wordt daargesteld, dat men *bol*, *kloot* of *spheer* noemt. De oppervlakte van zulk een ligchaam is, bijgevolg, overal evenver van het middelpunt C verwijderd, en de stralen CA, CD, CB enz., van den cirkel AFBA zijn tevens die van den bol. De beide einden A en B der middellijn AB worden de *polen* van den bol genoemd. Brengt men door het middelpunt C van den bol eenig vlak, DHEI of FHGI, zoo wordt daardoor op de oppervlakte van den bol een cirkel DHEI of FHGI daargesteld, dien men grooten cirkel heet. Het middelpunt O van den cirkel KLMK ligt niet in het middelpunt C van den bol, en wordt *kleine cirkel* genoemd. Men kan dus ook zeggen: elke *groote cirkel* of groot cirkel-vlak gaat door het middelpunt van den bol en deelt den bol in twee gelijke, en elke *kleine cirkel* gaat niet door dit middelpunt en deelt den bol in twee ongelijke deelen. Doorsnijden twee bogen GH en EH, van groote cirkels elkander ergens, bijv., in H, zoo wordt er een *klootsche* of *bolvormige hoek* GHE gevormd. De klootsche hoeken worden, even als de platte hoeken, in *regte*, *stompe* of *scherpe hoeken* onderscheiden. Eigenlijk ontstaan er, bij de doorsnijding van twee groote bogen FG en DE, vier klootsche hoeken, FHD, DHG, GHE en EHF, van welke de tegenover elkander staande gelijk zijn; de som dezer hoeken is mede gelijk aan vier regte hoeken of 360°, en de som der twee hoeken aan dezelfde zijde gelegen, is gelijk aan twee regte hoeken of $\angle$ DHG + $\angle$ GHE = 180°; van deze twee hoeken is dus de een het supplement van den anderen, en derhalve zijn deze hoeken wederkeerig supplementshoeken van elkander. Even zoo zijn, als hoek AHE regt is, de hoeken AHG en GHE complementshoeken, of de eene hoek is de complementshoek van den anderen.

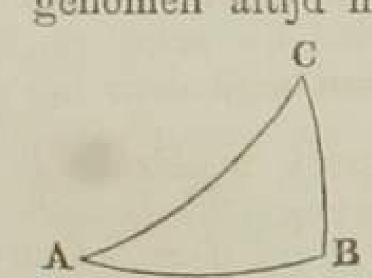
Elke bolvormige hoek wordt gemeten door een' boog van eenen grooten cirkel, welke, als uit dien hoek getrokken, 90° van denzelven is afgelegen, en dus dien hoek tot *pool* heeft; deze boog is alzoo begrepen tusschen de beide beenen van den hoek. Zijn AH = AE = 90°; zoo is A de pool van den boog HE en alsdan de boog HE = $\angle$ HAE, even zoo, is DH = FH = 90°, zoo is de hoek $\angle$ DHF de pool van den boog DF en in grootte gelijk aan dien boog DF, enz.

Een gedeelte van de oppervlakte eens bols, dat begrepen is tusschen *drie bogen van groote cirkels*, wordt *klootsche driehoek* genoemd. Dewijl alzoo de zijden van zulk eenen driehoek bogen zijn, wordt natuurlijk derzelver grootte door graden en onderdeelen van deze uitgedrukt, even als zulks met de hoeken plaats heeft. Is in een' klootschen driehoek één of meerdere hoeken regt, dan noemt men dien *regthoekig;* bevat hij daarentegen alleen scheeve hoeken, zoo wordt hij *scheefhoekig* genoemd. Heeft een klootsche driehoek meer dan eenen regten hoek, zoo wordt echter maar één hoek als de regte hoek aangenomen, en de zijde over dien hoek de *schuinsche zijde* of *hypothenusa* en de zijden om den regten hoek de *regthoekszijden* genoemd.

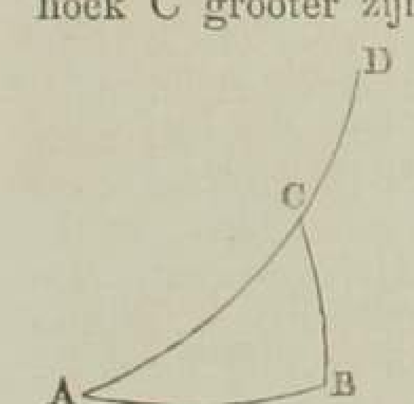
§ 90. De klootsche of bolvormige driehoeken hebben onderscheidene merkwaardige eigenschappen, waarvan wij eenige der voor ons meest belangrijke hier zullen herinneren en opgeven.

1e. Twee zijden van eenen klootschen driehoek te zamen zijn altijd grooter dan de derde zijde alleen.

2e. De drie zijden van eenen klootschen driehoek zijn te zamen genomen altijd minder dan de omtrek van een' cirkel of 360°.



3e. In elken klootschen driehoek staat de grootste hoek altijd tegen over de grootste zijde, en omgekeerd, staat tegen over de grootste zijde ook de grootste hoek. Bijv., is hoek C grooter dan hoek A, zoo is de zijde AB ook grooter dan de zijde BC, en verder is de zijde AB grooter dan de zijde BC, dan zal ook de hoek C grooter zijn dan de hoek A, enz.



4e. Indien men van eenen klootschen driehoek ABC eene zijde, bijv. AC, verlengt, zal de hoek A grooter dan de buitenhoek BCD zijn, als de som der zijden of AB + BC meer dan 180° is.

De hoek A zal kleiner dan de buitenhoek BCD zijn, als AB + BC minder dan 180° is.

En de hoek A is gelijk aan den buitenhoek BCD, als AB + BC = 180° is.

5e. In alle klootsche driehoeken is de som van de drie hoeken altijd minder dan zes en altijd meer dan twee regte hoeken.

6e. Als van eenen regthoekigen driehoek ABC éene der regthoekszijden grooter, gelijk of kleiner dan 90° is, zal ook hare overstaande hoek grooter, gelijk of kleiner dan regt zijn. Bijv. laat de hoek B regt zijn, dan heeft men: als AB stomp of meer dan 90° is, is ook de hoek C stomp of meer dan 90°, is AB = 90, is ook hoek C gelijk aan eenen regten hoek of gelijk 90° en is eindelijk AB minder dan 90°, zoo is de hoek C scherp.

Zijn twee termen van een' bolvormigen driehoek beide meer of beide minder dan 90°, of beide stomp of beide scherp, zoo zegt men, dat die termen *gelijksoortig* zijn; is echter de eene stomp en de andere scherp, zoo zijn ze *ongelijksoortig*. Met in acht neming dezer bepaling trekt men het aangevoerde in 6 aldus te zamen: *in elken bolvormigen driehoek is elke regthoekszijde met den overstaanden hoek gelijksoortig of in soort overeenstemmende met den overstaanden scheeven hoek.*

7e. Wanneer de beide regthoekszijden, AB en BC, en dus ook de hoeken A en C, van dezelfde soort zijn; namelijk beide meer dan 90°, of beide minder, zal de hypothenusa AC altijd minder dan 90° zijn. Maar als de eene regthoekszijde grooter dan 90° is, en de andere kleiner, zal de hypothenusa AC altijd stomp zijn. Hieruit volgt, dat als de hypothenusa van een' driehoek stomp is, de beide regthoekszijden, en dus ook de daaroverstaande scheeve hoeken, ongelijksoortig zijn. Maar indien de hypothenusa minder dan 90° is, zijn de scheeve hoeken, zoowel als hunne overstaande regthoekszijden beide gelijksoortig. Dit alles kan aldus kortelijk te zamen getrokken worden: *in elken regthoekigen driehoek zijn de regthoekszijden en hunne overstaande hoeken gelijksoortig, en de hypothenusa is stomp, als de regthoekszijden ongelijksoortig, en scherp, als zij gelijksoortig zijn.*

8e. Heeft een klootsche driehoek twee regte hoeken, zoo zijn de beide overstaande zijden elk gelijk aan 90°. Omgekeerd, zijn de twee zijden regt, zoo zijn hare overstaande hoeken elk gelijk aan 90°. (1)

1°. *Over de regthoekige klootsche Driehoeksmeting.*

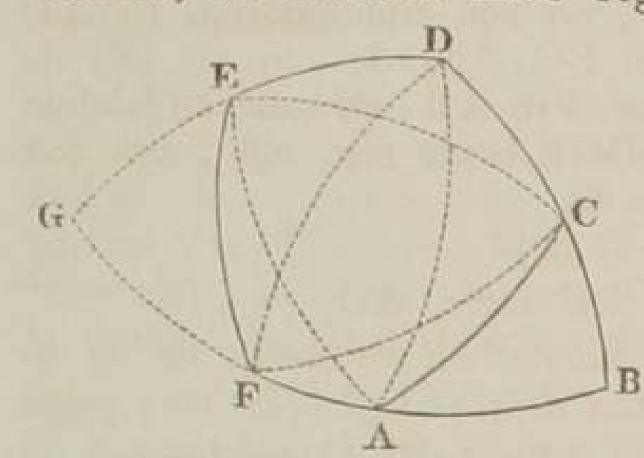
§ 91. De geheele klootsche driehoeksmeting berust hoofdzakelijk op de kennis en bewerking der regthoekige bolvormige driehoeken. Het is dus van veel belang, dat men de bewerking, tot deze laatste behoorende, wel versta. De hoogst eenvoudige weg, dien men hier volgen kan, en die wel niet altijd de kortste, maar wel voorzeker de eenvoudigste is, zal den zeeman daartoe regt te stade komen, en, bij oplettend nadenken, zullen dan alle zwarigheden, die hij welligt bij de behandeling der klootsche driehoeksmeting vreesde, spoedig verdwijnen.

§ 92. Het opsporen der regelen voor de oplossing der bolvormige regthoekige driehoeken kan op onderscheidene wijzen plaats hebben.

(1) De bewijzen dezer stellingen zijn te vinden in de *Gronden der Zeevaartkunde*, door A. HOORWEG, § 34 enz.

De bolvormige vijfhoek biedt daartoe een gemakkelijk middel aan, dat over 't algemeen, zoo als ons door ervaring is gebleken, zonder moeite in het geheugen wordt gehouden.

Laat, om de eigenschappen van dezen veelhoek nader te doen kennen, de driehoek ABC regthoekig gesteld worden in B. Verleng



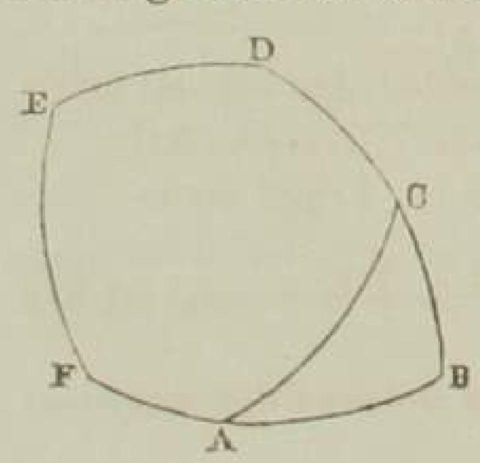
BC en AB beide tot 90°, dan is FD $= \angle B$ en dus ook gelijk 90°, en het punt D ook de pool van FB en even zoo F de pool van BD. Trek uit C met CF $= 90°$ een' boog FF en even zoo uit A met AD als pool een' boog DE; stel vervolgens door de hoekpunten van den aldus gevormden bolvormigen vijfhoek ACDEFA de hoekspuntlijnen DA, DF, CF, CE en EA, die elk gelijk 90° zijn, omdat elk hoekpunt de pool is van de overliggende zijde en dus ook $\angle EAD = DE$, $\angle ECF = EF$. Volgens de constructie heeft men nu:

$$\begin{array}{ll} & \angle EAC = 90^\circ \\ & \angle DAB = 90 \\ \hline \text{dus} & \angle DAB = \angle EAC, \text{ hiervan} \\ \text{afgetrokken} & \angle DAC = \angle DAC, \\ \hline \text{derhalve} & \angle CAB = \angle EAD = DE. \end{array}$$

$$\begin{array}{ll} \text{Even zoo is} & \angle FCB = \angle ECA \\ & \angle FCA = \angle FCA \\ \hline \text{en} & \angle ACB = \angle FCE = EF. \end{array}$$

Naar aanleiding van het een en ander heeft men nu in 't algemeen tusschen den omschreven vijfhoek en den gestelden regthoekigen driehoek ABC de volgende betrekking:

Volgens de constructie zijn: DC en AF de complementen van CB en AB, en volgens het bewezene DE $= \angle CAB$ en EF $= \angle ACB$, en is de zijde AC aan vijfhoek en driehoek gemeen. Als men twee zijden van den vijfhoek, die éene zijde tusschen beide hebben, bijv. FA en ED verlengt tot 90°, zoo heeft men GD $= 90° =$ GA, dus $\angle G = AD = 90°$, en hierdoor verkrijgt men eenen in G regthoekigen driehoek GEF, die met den vijfhoek gelijke overeenstemmende betrekking heeft als de driehoek ABC.



Om nu op eenen gegeven' regthoekigen driehoek een' bolvormigen vijfhoek te beschrijven, verlengt men BC en AB tot 90°, en trekt met AD uit A als pool een' boog DE en even zoo met CF uit C den boog EF; dan zijn, zoo als reeds gezegd is, DE $= \angle CAB$, EF $= \angle ACB$, en DC en FA de complementen van BC en AB, en AC aan den vijfhoek en den driehoek gemeen.

§ 93. Wanneer D, fig. 19, pl. I, het middelpunt is van eenen bol, op welks oppervlakte de regthoekige klootsche driehoek ABC beschreven is, dan zijn DA, DB en DC stralen van dien bol; trekt men nu de lijn BF loodregt op AD, en stelt men door het punt C een vlak loodregt op het vlak ADB en op AD, dan zijn BF en EG loodregt op AD; EC loodregt op BD; als ook CG loodregt op AD en dus CE de sin. en DE de cos. van BC, CG de sin. en DG de cos. van AC, BF de sin. en DF de cos. van AB, en daar de hoeken F en G van de driehoeken DFB en DGE beide regt zijn, zijn ook de driehoeken gelijkvormig, en dit geeft:

$$DB : DF = DE : DG$$

$$\text{of } \mathit{rad.} : \mathit{cos.}\ AB = \mathit{cos.}\ BC : \mathit{cos.}\ AC$$

Dus heeft men in elken regthoekigen klootschen driehoek de evenredigheid: *de rad. staat tot de cosinus van de eene regthoekszijde, gelijk de cosinus der andere regthoekszijde tot de cosinus der hypothenusa.*

§ 94. Brengt men deze evenredigheid, naar den regthoekigen driehoek ABC der voorgaande §, over in den bolvormigen vijfhoek, zoo verkrijgt men, voor cos. BC van den driehoek sin. DC van den vijfhoek stellende en even zoo voor cos. AB sin. FA nemende:

$$\mathit{rad.} : \mathit{sin.}\ AF = \mathit{sin.}\ DC : \mathit{cos.}\ AC.$$

Past men dit nu eindelijk toe op elken regthoekigen driehoek, die men op de zijden des vijfhoeks kan stellen, zoo heeft men voor elke drie op elkander volgende zijden van den vijfhoek dezen

1ᵉⁿ Grondregel: *De radius staat tot de sinus van eene der zijden des vijfhoeks, als de sinus van de andere zijde, daarvan één afgelegen, tot de cosinus van de tusschen liggende zijde.*

Men verlangt de toepassing van dezen grondregel op de volgende opgaven, als:

1° De evenredigheid voor de drie zijden AC, DC en DE.

2° Voor de zijden CD, ED en EF.

3° » » » DE, EF » AF.

4° » » » EF, AF » AC.

§ 95. Neemt men de beide evenredigheden

$$\begin{array}{l} \mathit{rad.} : \mathit{sin.}\ AF = \mathit{sin.}\ DC : \mathit{cos.}\ AC \\ \text{en } \mathit{rad.} : \mathit{sin.}\ ED = \mathit{sin.}\ AC : \mathit{cos.}\ DC, \text{ zoo heeft men:} \\ \mathit{rad.} \times \mathit{cos.}\ AC = \mathit{sin.}\ AF \times \mathit{sin.}\ CD \\ \mathit{rad.} \times \mathit{cos.}\ DC = \mathit{sin.}\ ED \times \mathit{sin.}\ AC, \\ \text{of de radius} = 1 \text{ stellende:} \\ \mathit{cos.}\ AC = \mathit{sin.}\ AF \times \mathit{sin.}\ DC \\ \text{en } \mathit{cos.}\ DC = \mathit{sin.}\ ED \times \mathit{sin.}\ AC, \end{array}$$

vermenigvuldigt men beide vergelijkingen met elkander, dan bekomt men:

$$\mathit{cos.}\ AC \times \mathit{cos.}\ DC = \mathit{sin.}\ AF \times \mathit{sin.}\ DC \times \mathit{sin.}\ ED \times \mathit{sin.}\ AC;$$

beide de leden door $\mathit{sin.}\ AC \times \mathit{sin.}\ DC$ deelende, krijgt men:

$$\frac{\mathit{cos.}\ AC \times \mathit{cos.}\ DC}{\mathit{sin.}\ AC \times \mathit{sin.}\ DC} = \mathit{sin.}\ AF \times \mathit{sin.}\ DE \ . \ . \ . \ (A),$$

dewijl nu verder $\frac{\mathit{cos.}\ a}{\mathit{sin.}\ a} = \mathit{cotang.}\ a.$ is § 72, en volgens den gegeven' *grondregel* is $sin.\ AF \times sin.\ DE = cos.\ EF \times rad.$; dit een en ander nu in (A) overbrengende, heeft men:

$$cotang.\ AC \times cotang.\ DC = cos.\ EF \times rad.,$$

of, in evenredigheid gebragt:

$$rad. : cotang.\ AC = cotang.\ DC : cosin.\ EF,$$

dat, in woorden uitgedrukt, aanleiding geeft tot den

2^{en} Grondregel: *De radius staat tot de cotangens van eene zijde des vijfhoeks als de cotangens van eene aangelegene zijde, tot de cosinus van de afgezonderde zijde.*

Wanneer men alzoo van de zijden des vijfhoeks twee aaneengevoegde zijden en eene afgezonderde zijde in evenredigheid wil brengen, zal men telkens eene evenredigheid volgens den tweeden grondregel bekomen. Om bijvoorb., naar aanleiding van dezen regel, de drie zijden DC, ED en AF in evenredigheid te brengen, heeft men:

$$rad. : cotang.\ DC = cotang.\ ED : cosin.\ AF.$$

1. Men vraagt de evenredigheid voor de zijden AF, AC en DE?
2. Voor de zijden AC, DC en EF?
3. Voor de zijden EF, AF en DC, enz.

§ 96. Men onderscheidt de twee grondregels in toepassing op den vijfhoek gemakkelijk, als men slechts acht geeft, dat in den eersten grondregel *drie zijden* van den vijfhoek, welke men in evenredigheid wenscht te brengen, en in den tweeden, slechts *twee zijden* aan elkander zijn gelegen. Om dan nu de twee grondregelen van den klootschen vijfhoek ter oplossing van de regth. klootsche driehoeken te doen strekken, brengt men de termen van den driehoek over in den vijfhoek; buiten den radius verkrijgt men dan in den vijfhoek steeds twee bekende en éénen onbekenden term; van deze drie termen in den vijfhoek zijn drie of twee zijden aan één gelegen, en dit geeft dan aanleiding, om eene der twee grondregelen op die zijden toe te passen. Vervolgens worden de termen, nadat zij naar den vijfhoek in evenredigheid zijn gesteld, in den driehoek overgebragt, en eindelijk zet men, zoo men dit noodig oordeelt of verlangt, volgens § 31, de termen zoodanig om, dat de gezochte term de laatste wordt in de evenredigheid.

Stel, van den regthoekigen driehoek ABC bekend gegeven de zijde AB en den $\angle$ C, men vraagt de zijde BC te vinden; zoo heeft men, deze termen in den vijfhoek overbrengende, voor den bekenden $\angle$ C de zijde EF, voor AB de zijde AF en voor de onbekende zijde BC de zijde DC; deze zijden des vijfhoeks in evenredigheid gebragt, geven, volgens den 2^{en} *grondregel:*

$$rad. : cot.\ AF = cot.\ FE : cos.\ DC. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1).$$

Nu is $cot.\ AF = tang.\ AB$, $cot.\ FE = cot. \angle C$ en $cos.\ DC = sin.\ BC$, en dus geeft n°. 1 van den vijfhoek, in den driehoek overgebragt, deze evenredigheid:

$$rad. : tang.\ AB = cot. \angle C : sin.\ BC. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2).$$

Had men naar den $\angle$ A gevraagd, zoo zouden de termen van den vijfhoek, die men alsdan in evenredigheid diende te brengen, de zijden AF, EF en ED ($= \angle$ A) zijn, en hiervoor heeft men naar den 1sten *grondregel:*

$Rad. : sin.\ ED = sin.\ AF : cos.\ EF$, en dit geeft in den driehoek ABC overgebragt:

$$Rad. : sin \angle A = cos.\ AB : cos. \angle C. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3).$$

$$\text{of } Rad. \times cos. \angle C = sin. \angle A \times cos.\ AB$$

$$\text{en } sin. \angle A = \frac{Rad. \times cos. \angle C}{cos.\ AB}.$$

Wil men echter, hetgeen misschien voor velen meer gemakkelijk is, den onbekenden term achteraan geplaatst zien, zoo zet men, volgens de eigenschappen der evenredigheden, (§ 31), de termen van de evenredigheid n°. 3, zoodanig om, dat de gevraagde term ($\angle$ A) de laatste term wordt, en hierdoor verkrijgt men dan:

$$cos.\ AB : cos. \angle C = rad. : sin. \angle A. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4).$$

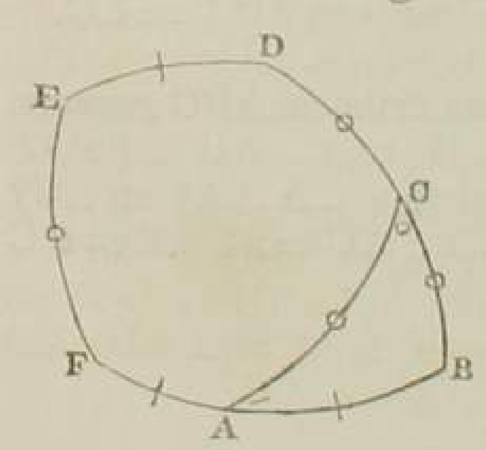
En dit geeft als boven:

$$sin. \angle A = \frac{Rad. \times cos. \angle C}{cos.\ AB}.$$

Het is op deze wijze, dat men de twee regels van den vijfhoek ter oplossing van alle zoo genoemde gevallen der regthoekige driehoeken kan doen strekken. De volgende vragen kunnen nog ter oefening voor het vinden dezer evenredigheden dienen.

1. Welke is de evenredigheid, als AB en AC bekend zijn, en men den $\angle$ C vinden wil? *Antw.* $sin.\ AC : rad. = sin.\ AB : sin. \angle C$.
2. De evenredigheid $rad. : cotang.\ EF = cotang.\ AF : cos.\ DC$ van den vijfhoek verlangt men in den driehoek ABC over te brengen. *Antw.* $rad. : cotang. \angle C = tang.\ AB : sin.\ BC$.
3. Men verlangt de volgende evenredigheid in den driehoek ABC over te brengen: $rad. : cot.\ EF = cot.\ ED : cos.\ AC$. *Antwoord* $rad. : cot. \angle C = cot. \angle A : cos.\ AC$.
4. Bekend zijnde de zijden AC en BC, hoe stelt men dan de evenredigheid, om hoek C te vinden?
5. Hoe schrijft gij de evenredigheid, om de zijde AB te vinden, als hoek A en hoek C bekend zijn?
6. Vrage hetzelfde om de zijde BC te vinden, als de zijde AC, benevens hoek C bekend zijn?
7. Als van den driehoek bekend zijn de zijde BC en den $\angle$ C, begeert men de regels te weten, om de zijden AB, AC en den $\angle$ A te vinden.

§ 97. De volgende uitgewerkte voorbeelden zullen het algemeene van het boven aangevoerde nog nader kunnen toelichten.



1° *Voorb.* Van den klootschen driehoek ABC gegeven zijnde, de zijde AB $= 73° 30'$ de $\angle$ A $= 33° 20'$ en de hoek B regt; te vinden de regthoekszijde BC, de hypothenusa AC en den hoek C? Komt BC $= 32° 14'$; AC $= 76° 6'$ en de $\angle$ C $= 81° 1'$.

Oplossing.

1. Daar de zijde AB en hoek A gegeven zijn, heeft men van den vijfhoek de zijden AF en ED bekend. Om nu, bijv., BC te vinden, moet men de zijden AF, ED en DC in evenredigheid brengen, men zal verder den 2ⁿ *grondregel* moeten gebruiken, dewijl twee zijden op elkander volgen, en de derde eene afgelegene zijde is; dit geeft ons in den vijfhoek:

rad. : *cotang.* ED = *cotang.* DC : *cos.* FA,

en in den driehoek overgebragt

rad. : *cotang.* $\angle$ A = *tang.* BC : *sin.* AB.

Eindelijk zet men de termen om, brengt den gevraagden term achteraan, en dit geeft dan:

cotang. $\angle$ A : *rad* = *sin.* AB : *tang.* BC

Log. sin. AB = 9,9817370
» *rad.* = 10,
19,9817370
» *cot.* $\angle$ A = 10,1819653
9,7997717 is *log. tang.* van 32° 14′ = BC.

2. Om AC te vinden, moet men van den vijfhoek de zijden AF, AC en DE bezigen; deze zijden zijn op gelijke wijze, als in N°. 1, gelegen, en door den 2ⁿ *grondregel* verkrijgt men:

rad. : *cotang.* AF = *cotang.* AC : *cos.* DE,
of *rad.* : *tang.* AB = *cotang.* AC : *cos.* $\angle$ A.

En dit geeft na omzetting:

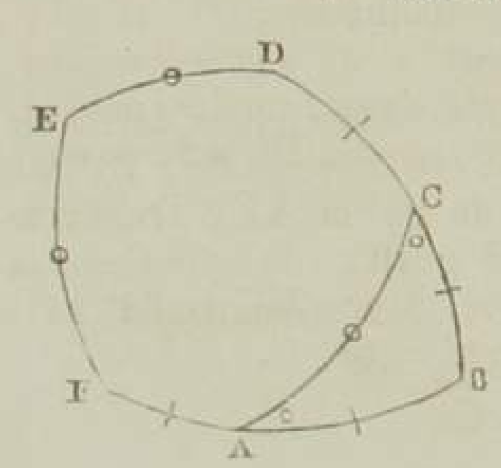
tang. AB : *rad.* = *cos.* $\angle$ A : *cotang.* AC.

Log. cos. $\angle$ A = 9,9219401
» *rad.* = 10,
19,9219401
» *tang.* AB = 10,5283952
9,3935449 is *log. cot.* van 76° 6′ = AC.

3. Om den hoek C te vinden, heeft men de zijden AF, DE en EF van den vijfhoek, welke in evenredigheid gebragt moeten worden, en volgens den 1ⁿ *grondregel* heeft men:

rad. : *sin.* AF = *sin.* DE : *cos.* EF,
of *rad.* : *cos.* AB = *sin.* $\angle$ A : *cos.* $\angle$ C.

Log. sin. $\angle$ A = 9,7399748
» *cos.* AB = 9,4533418
19,1933166 *log. cos.* van 81° 1′ = $\angle$ C.



2ᵉ *Voorb.* Van den driehoek ABC gegeven zijnde, buiten den $\angle$ B regt, AB = 98° 47′ en BC = 57° 13′; te vinden $\angle$ A, AC en $\angle$ C? Komt de $\angle$ A = 57° 31′, AC = 94° 45′ en $\angle$ C = 97° 24′.

Oplossing.

1. Om den hoek A te vinden, zal men van den vijfhoek de zijden AF, DC en ED moeten bezigen, waarvan AF en DC als bekend kunnen worden aangenomen, en dit geeft:

rad. : *cotang.* DC = *cotang.* ED : *cos.* AF, 2ⁿ *grondregel*,
of *rad.* : *tang.* BC = *cotang.* $\angle$ A : *sin.* AB, of na omzetting:
tang. BC : *rad.* = *sin.* AB : *cotang.* $\angle$ A.

Log. sin. AB = 9,9948769
» *rad.* = 10,
19,9948796
» *tang.* BC = 10,1910842
9,8037927 is *log. cot.* van 57° 31′ = $\angle$ A.

2. Om de hypothenusa AC te vinden, bezigt men de zijden AF, DC met AC van den vijfhoek, en deze geven:

rad. : *sin.* AF = *sin.* DC : *cos.* AC. 1ˢᵗᵉ *Grondregel.*
Of *rad.* : *cos.* AB = *cos.* BC : *cos.* AC.

Log. cos. AB = 9,7335693 +
» *cos.* AB = 9,1838344 —
18,9174037 — is *log. cos.* van 94° 45′ = AC.

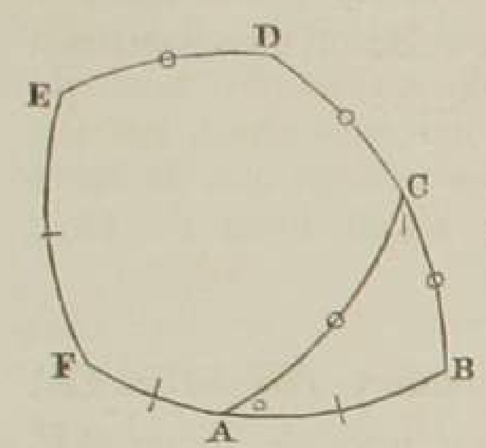
Aanmerking. In de laatst voorgaande oplossing hebben wij de goniometrische lijnen elk met hun teeken + of — gesteld. Tot heden waren de gebruikte lijnen in eenen positieven toestand; daar echter hier de *cos.* AB negatief is (§ 65), als zijnde de *cos.* van een' stompen boog, zoo moet men bij de toekenning van het teeken voor deze lijn, ook de teekens voor de andere doen kennen. Verder is het product van grootheden, die ongelijke teekens hebben, of waarvan de eene positief en de andere negatief is, altijd *negatief* (§ 24). Hieruit blijkt, dat de *cosinus* van AC negatief zal wezen, en dus, dat de zijde AC stomp is. Derhalve moet men de gevondene waarde voor AC, zijnde 85° 15′, van 180° aftrekken, om de wezentlijke waarde te bekomen. Zijn alle grootheden positief, dan kan men bij de bewerking de teekens wel weglaten, want geen teeken bij zich hebbende, houdt men de grootheid voor positief.

Vindt men het te moeijelijk, om zich met de teekens van + en —, bij de oplossing der driehoeken, op te houden, zoo laat men deze weg, en regelt zich voor het bepalen van het *stomp* of *scherp* zijn der termen, welke men zoekt, naar de bepalingen gemaakt in § 90, n°. 7; de toepassing dier bepaling geeft ons in dit voorb.: *de regthoekszijden zijn ongelijksoortig en mitsdien is de schuinsche zijde stomp; verder, hoek* C *is stomp, dewijl* AB *stomp is, en hoek* A *scherp, omdat* BC *scherp is.*

3. Om den hoek C te vinden, brengt men de zijden AF, DC met EF van den vijfhoek in evenredigheid, en dit geeft:

rad. : *cotang.* AF = *cot* EF : *cos.* DC. 2ᵉ *Grondregel.*
d. i. *Rad.* : *tang.* AB = *cot.* $\angle$ C : *sin.* BC, of
tang. AB : *rad.* = *sin.* BC : *cot.* $\angle$ C.

Log. sin. BC = 9,9246535
. = 10,
19,9246535
» *tang.* AB = 10,8110425
9,1136110 *log. cot.* van 97° 24′ = ∠ C.



3° *Voorb.* Gegeven: AB = 111° 14′, en ∠ C = 93° 14′, vrage naar de onbekende termen? *Antw.* AC = 69° 0′ of 111° 0′, BC = 8° 22′ of 171° 38′ en ∠ A = 8° 58′ of 171° 2′.

Dit voorstel der bolvormige driehoeken, waarin eene regthoekszijde met haren overstaanden hoek bekend is gegeven, wordt veelal het *twijfelachtige geval* genoemd, en heeft plaats, als van eenen regthoekigen driehoek AB met ∠ C of BC met ∠ A gegeven zijn. De opgave is van dien aard, dat zij aan twee driehoeken voegt, waarin echter de onbekende termen in elk de supplementen van elkander zijn; zoo lang men nu ten aanzien van de onbekende termen onzeker is, of zij minder of meer dan 90° moeten zijn, neemt men ze scherp of stomp.

Oplossing van het gegevene voorbeeld.

Daar AB en ∠ C van den driehoek gegeven zijn, zoo heeft men dus van den vijfhoek bekend de zijden AF en EF; deze worden nu achtereenvolgens met de overige of onbekende termen des vijfhoeks in evenredigheid gebragt, en dit geeft:

1. Voor AC:

rad. : *sin.* EF = *sin.* AC : *cos.* AF, d. i.
rad. : *sin.* ∠ C = *sin.* AC : *sin.* AB, of na omzetting:
sin. ∠ C : *rad.* = *sin.* AB : *sin.* AC.
Log. R + *log. sin.* AB = 19,9694687
log. sin. ∠ C = 9,9993081
9,9701606 is de *log. sin.* van 69° 0′, en dus AC = 69° 0′ of AC = 111° 0′.

2. Voor BC:

rad. : *cot.* EF = *cot.* AF : *cos.* DC, 2° *grondregel.*
Rad. : *cot.* ∠ C = *tang.* AB : *sin.* BC,
log. cot. ∠ C = 8,7519892
» *tang.* AB = 0,4105599
9,1625491 is *log. sin.* van 8° 22′, en dus BC gelijk 8° 22′ of gelijk 171° 38′.

3. Voor ∠ A:

rad. : *sin.* AF = *sin.* ED : *cos.* EF, 1° *grondregel.*
Rad. : *cos.* AB = *sin.* ∠ A : *cos.* ∠ C,

cos. AB : *rad.* = *cos.* ∠ C : *sin.* ∠ A.
Log. R. + *log. cos.* ∠ C = 18,7512973
log. cos. AB = 9,5589088
9,1923885, *log. sin.* van 8° 58′, en derhalve ∠ A gelijk 8° 58′ of gelijk 171° 2′.

Gemakkelijk zal men bij dit voorstel kunnen begrijpen, dat noch de toestand der goniometrische lijnen, in § 65 verklaard, noch de bepalingen, vervat in § 90, n°. 7, hier eenige onderscheiding, betrekkelijk het scherp of stomp zijn, der te berekenen termen aan de hand geven, en men dus bij de oplossing wel voor elken term de twee mogelijke waarden zal moeten opgeven.

4° *Voorb.* Van den driehoek ABC gegeven zijnde, AB = 75° 43′, ∠ C = 83° 20′ en ∠ B regt; te vinden BC, AC en den ∠ A? Komt BC = 27° 20′ of 152° 40′, AC = 77° 20′ of 102° 40′ en den ∠ A = 28° 4′ of 151° 56′

Oplossing.

1. Tot het vinden van BC gebruik makende van de zijden AF, EF en DC des vijfhoeks heeft men:

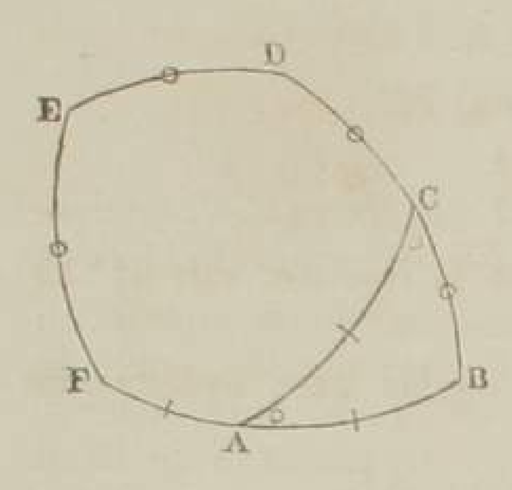
rad. : *cot.* EF = *cot.* AF : *cos.* DC,
of *rad.* : *cot.* ∠ C = *tang.* AB : *sin.* BC.
Log. tang. AB = 10,5941637
log. cot. ∠ C = 9,0677522
19,6619159 is *log. sin.* 27° 20′, en dus BC = 27° 20′ of 152° 40′.

2. Om de zijde AC te vinden, heeft men:

rad. : *sin.* EF = *sin.* AC : *cos.* AF, 1° *grondregel.*
Of *rad.* : *sin.* ∠ C = *sin.* AC : *sin.* AB, en
sin. ∠ C : *rad.* = *sin.* AB : *sin.* AC.
Log. sin. AC + *log. rad.* = 19,9863630
log. sin. ∠ C = 9,9970535
9,9893095 is *log. sin.* van 77° 20′, en AC = 77° 20′ of 102° 40′.

3. Voor den ∠ A heeft men:

rad. : *sin.* AF = *sin.* ED : *cos.* EF,
of *rad.* : *cos.* AB = *sin.* ∠ A : *cos.* ∠ C,
cos. AB : *rad.* = *cos.* ∠ C : *sin.* ∠ A.
Log. cos. ∠ C + *l. rad.* = 19,0648057
log. cos. AB = 9,3921993
9,6726064 *log. sin.* van 28° 4′, en dus ∠ A = 28° 4′ of 151° 56′.



5°. *Voorb.* Gegeven zijnde: $AC = 119^\circ 52'$ en de grondzijde $AB = 37^\circ 16'$. Vrage naar de overige zijde en de hoeken? *Antw.* $BC = 128^\circ 44'$, de $\angle C = 44^\circ 17'$ en de $\angle A = 115^\circ 55'$.

Oplossing.

1. Om de zijde BC te berekenen zal men van den vijfhoek de zijden AF, AC met DC in evenredigheid moeten brengen, en dit geeft:

$rad. : sin.\ AF = sin.\ DC : cos.\ AC$, 1e *grondregel*,
of $rad. : cos.\ AB = cos.\ BC : cos.\ AC$, en na omzetting:
$cos.\ AB : rad = cos.\ AC : cos.\ BC$.

$$\begin{array}{rl} Log.\ cos.\ AC + log.\ rad. = & 19{,}6972148\ - \\ log.\ cos.\ AB = & \underline{\ \ 9{,}9008181\ +} \\ & \ \ 9{,}7963967\ - \text{ is } log.\ cos. \text{ van } 128^\circ 44' = BC. \end{array}$$

2. Tot het vinden van den hoek C bezigt men de zijden AF, AC en EF, en zegt:

$rad. : sin.\ AC = sin.\ EF : cos.\ AF$, 1e *grondregel*,
of $rad. : sin.\ AC = sin.\ \angle C : sin.\ AB$, en eindelijk:
$sin.\ AC : rad. = sin.\ AB : sin.\ \angle C$.

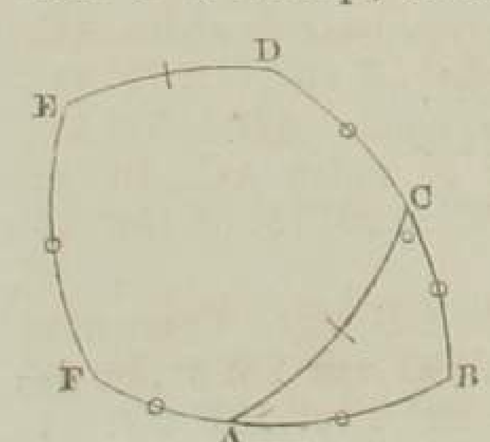
$$\begin{array}{rl} Log.\ sin.\ AB + log.\ rad. = & 19{,}7821324 \\ log.\ sin.\ AC = & \underline{\ \ 9{,}9381126} \\ & \ \ 9{,}8440198 \text{ is } log.\ sin. \text{ van } 44^\circ 17' = \angle C. \end{array}$$

3. Ter berekening van den $\angle A$ zal men eindelijk moeten bezigen de zijden AC, AF en ED, en deze geven:

$rad : cot.\ AC = cot.\ FA : cos.\ ED$, 2e *grondregel*,
$rad. : cot.\ AC = tang.\ AB : cos.\ \angle A$.

$$\begin{array}{rl} Log.\ tang.\ AB = & 9{,}8813144\ + \\ log.\ cot.\ AC = & \underline{9{,}7591022\ -} \\ & 9{,}6404166\ - \text{ is } log.\ cos. \text{ van } 115^\circ 55' = \angle A. \end{array}$$

Bij het niet in aanmerking nemen van de teekens + of — heeft men hier, naar § 90: de schuinsche zijde is stomp, van daar, dat de regthoekszijden ongelijksoortig moeten zijn; nu is AB scherp en moet dus BC stomp zijn; verder is hoek A stomp, omdat BC stomp is, en hoek C is scherp, omdat de overstaande zijde AB scherp is.



6e *Voorb.* Gegeven zijnde van den driehoek ABC, de hoek $A = 112^\circ 15'$, de schuinsche $AC = 71^\circ 25'$, en de hoek B regt. Vrage naar den anderen hoek en de beide zijden? *Antw.* $BC = 118^\circ 41'$, $AB = 131^\circ 36'$ en $\angle C = 127^\circ 55'$.

Oplossing.

$Rad. : sin.\ AC = sin.\ \angle A : sin.\ BC$.

$$\begin{array}{rl} Log.\ sin.\ \angle A = & \ \ 9{,}9663954 \\ log.\ sin.\ AC = & \underline{\ \ 9{,}9767447} \\ & 19{,}9431401 \text{ is } log.\ sin. \text{ van } 61^\circ 19' \end{array}$$

en dus $BC = 118^\circ 41'$.

Deze zijde moet stomp genomen worden, omdat hare overstaande hoek A stomp is.

Verder is $Cot.\ AC : rad. = cos.\ \angle A : tang.\ AB$.

$$\begin{array}{rl} Log.\ cos.\ \angle A + log.\ rad. = & 19{,}5782364 \\ log.\ cot.\ AC = & \underline{\ \ 9{,}5266150} \\ & 10{,}0516214 \text{ is } log.\ tang. \text{ van } 48^\circ 24' \end{array}$$

en dus $AB = 131^\circ 36'$.

$Cot.\ \angle A : rad. = cos.\ AC : cot.\ \angle C$.

$$\begin{array}{rl} Log.\ cos.\ AC + log.\ rad. = & 19{,}5033597 \\ log\ cot.\ \angle A = & \underline{\ \ 9{,}6118409} \\ & \ \ 9{,}8915188 \text{ is } log.\ cot. \text{ van } 127^\circ 55' \end{array}$$

$= \angle C$; $\angle C$ is stomp, dewijl AB stomp genomen moet worden.

§ 98. Voorbeelden tot verdere oefening der regthoekige Klootsche Driehoeken.

1. Van den klootschen driehoek ABC gegeven zijnde, de beide scherpe hoeken $A = 23^\circ 30'$, en $C = 77^\circ 44'$; de hoek B regt. *Vrage* naar de schuinsche zijde AC, met de beide regthoekszijden AB en BC? *Antw.* De schuinsche zijde $AC = 60^\circ$, $AB = 57^\circ 48'$, en $BC = 20^\circ 12'$.
2. Van ABC bekend zijnde $AC = 40^\circ 59'$, $\angle A = 23^\circ 42'$ en $\angle B$ regt. *Vrage* AB, BC en den $\angle C$? *Antw.* $AB = 38^\circ 30'$, $BC = 15^\circ 17'$ en de $\angle C = 71^\circ 40'$.
3. Gegeven zijnde $AC = 139^\circ 1'$ en $\angle A\ 23^\circ 42'$. *Vrage* naar AB, BC en $\angle C$? *Antw.* $AB = 141^\circ 30'$, $BC = 15^\circ 17'$ en de $\angle C = 108^\circ 20'$.
4. Van ABC is gegeven $AC = 58^\circ 39'$ en $BC = 37^\circ 45'$. *Antw.* $AB = 48^\circ 51'$, de $\angle A = 45^\circ 48'$ en de $\angle C = 61^\circ 51'$
5. Van den driehoek ABC gegeven zijnde $AB = 41^\circ 44'$, $BC = 16^\circ 10'$ en de $\angle B$ regt. *Vrage* AC en de hoeken A en C? *Antw.* $AC = 44^\circ 13'$ de $\angle A = 23^\circ 32'$ en de $\angle C = 72^\circ 40'$.
6. Van den klootschen driehoek ABC bekend zijnde, de zijde $AB = 51^\circ 45'$, $\angle A = 23^\circ 32'$ en de $\angle B$ regt. *Vrage* naar de zijden AC, BC en den $\angle C$? *Antw.* $AC = 54^\circ 8'$, $BC = 18^\circ 53'$ en $\angle C = 75^\circ 41'$.
7. Van den driehoek ABC bekend gegeven zijnde $AB = 57^\circ 54'$, $\angle C = 77^\circ 45'$ en de $\angle B$ regt. *Vrage* naar de zijden AC, BC en den $\angle A$? *Antw.* $AC = 60^\circ 6'$ of $119^\circ 54'$, $BC = 20^\circ 15'$ of $159^\circ 45'$ en $\angle A = 23^\circ 32'$ of $= 156^\circ 28'$.
8. Gegeven $BC = 17^\circ 20'$, $AC = 48^\circ 16'$ en de $\angle B$ regt. *Vrage* naar AB en de hoeken A en C? *Antw.* $AB = 45^\circ 47'$, de $\angle A = 23^\circ 32'$ en de $\angle C = 73^\circ 50'$.

9. Van ABC bekend zijnde AB = 93° 21′ 12″, ∠ C = 91° 41′ 17″ en de ∠ B regt. *Vrage* de onbekende termen? *Antw.* AC = 92° 53′ 53″ of 87° 6′ 7″, BC = 30° 11′ 47″ of 149° 48′ 13″ en ∠ A = 30° 14′ 21″ of 149° 45′ 39″.

10. Van den regthoekigen klootschen driehoek is gegeven BC = 35° 58′ 13″ en ∠ C = 14° 7′ 19″. *Vrage* AB, AC en ∠ A? *Antw.* AB = 8° 24′ 21″, AC = 36° 48′ 36″ en ∠ A = 78° 36′ 41″.

11. Bekend gegeven: AB = 167° 19′ 45″, ∠ A = 73° 40′ 24″ en ∠ B regt. *Vrage* de onbekende termen? *Antw.* AC = 141° 20′ 54″, ∠ C = 159° 26′ 23″ en BC = 36° 49′ 36″.

12. Van eenen regthoekigen driehoek ABC gegeven zijnde ∠ B regt, de zijde AB = 151° 23′ 9″ en de zijde BC = 16° 35′ 14″. *Vrage* naar de drie onbekende termen? *Antw.* AC = 147° 16′ 52″, ∠ C = 117° 37′ 21″ en ∠ A = 31° 52′ 50″.

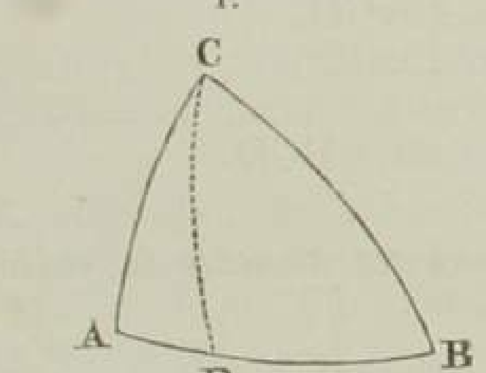
2°. *Over de scheefhoekige Klootsche Driehoeken.*

§ 99. Bij de regthoekige klootsche driehoeken hebben wij gezien, dat elke term door eene enkele evenredigheid of formule gevonden werd; niet even gemakkelijk is dit bij de scheefhoekige klootsche driehoeken; dikwerf worden er in deze twee bewerkingen vereischt, om, door drie gegevene termen van eenen scheefhoekigen driehoek, éénen onbekenden te vinden. Om in deze op het eenvoudigste tot de oplossing te komen, stelt men, dat er uit een' der hoeken van den scheefhoekigen driehoek eenen loodregten boog op de tegenoverstaande zijde of hare verlenging worde getrokken, waardoor men dan tot twee regthoekige driehoeken komt, welke, volgens de regels daarvoor gegeven, opgelost, ons ook de gevraagde termen van den scheefhoekigen driehoek doen kennen.

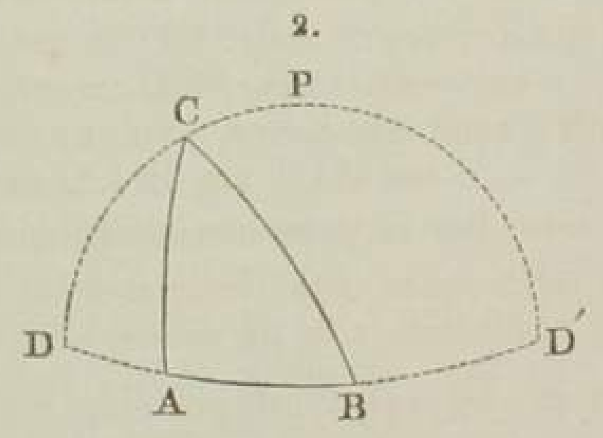
Ten aanzien van het vallen van eenen loodregten boog, uit eenen der hoeken van eenen scheefhoekigen driehoek, heeft men:

De loodregte boog of verticaal valt binnen den driehoek, als de twee hoeken aan de basis gelijksoortig, dat is, beide scherp of beide stomp zijn; hij valt op de verlengde grondzijde buiten den driehoek, zoo de eene stomp en de andere scherp is.

1.



2.



Laat in deze figⁿ. ABC scheefhoekige klootsche driehoeken zijn; als men nu, uit den hoek C, een' loodregten boog op de overstaande zijde AB wil trekken, zoo heeft men: de loodlijn CD wordt binnen den driehoek getrokken, als A en B beide stomp of beide scherp zijn, en CD of CD′ valt buiten den driehoek, als die hoeken ongelijksoortig zijn.

In deze driehoeken wordt aangenomen, dat men uit eenigen hoek op zijne overstaande zijde, of uit C op AB of op hare verlengde zijde, een' loodregten boog wil doen vallen. Men heeft nu: als de hoeken A en B gelijksoortig zijn, N°. 1, zoo valt de loodregte boog CD binnen den driehoek. Zijn de hoeken A en B, N°. 2, ongelijksoortig, of de eene scherp en de andere stomp, zoo valt de gezegde boog buiten den driehoek, en kan men dan van twee loodregte bogen gebruik maken. Laat, in N°. 2, door den boog AB of de punten A en B een' grooten boog gaan, en P de pool zijn van dien boog, stel door P en C het vlak van een' grooten cirkel, zoo zijn CD en CD′ de bogen, welke uit C loodregt op de verlengingen van AB nederkomen. Zoodra men in eenen driehoek eene loodlijn op eene der zijden heeft getrokken, zoo heet die zijde de *grondzijde* of *basis*. Verder noemt men de afstanden van de hoeken op de basis tot het voetpunt der loodlijn *deelen van de basis;* aldus zijn in deze figuren de bogen AD en BD, als ook AD′ en BD′ de *stukken* of de *deelen van de basis*, en evenzoo de hoeken ACD en BCD, en ACD′ en BCD′ de *stukken* of *deelen van den tophoek*. Door het trekken van dezen loodregten boog CD, in fig. 1 en 2, verkrijgt men in elken scheefhoekigen driehoek twee regthoekige driehoeken, namelijk de driehoeken ADC en BDC, en AD′C en BD′C, die in de hoeken ADC en BDC, en AD′C en BD′C *regt* zijn, en die dus, volgens de regels voor de regthoekige driehoeken gegeven, opgelost kunnen worden.

§ 100. In de regthoekige driehoeken der voorgaande §§ heeft men:

Ten eerste, *cos.* CD : *rad.* = *cos.* AC : *cos.* AD,
en *cos.* CD : *rad.* = *cos.* BC : *cos.* BD.

Dewijl nu van beide evenredigheden de eerste redens gelijk zijn, maken de laatste weder eene evenredigheid uit, en derhalve is:

cos. AC : *cos.* AD = *cos.* BC : *cos.* BD,
of ook *cos.* AC : *cos.* BC = *cos.* AD : *cos.* BD.

Deze evenredigheid in woorden uitgedrukt, zegt:

De cosinussen van de beenen of opstaande zijden staan tot elkander in reden, als de cosinussen van de deelen der basis . . . . . . (1).

In dezelfde regthoekige driehoeken ADC en BDC heeft men:

Ten tweede, *rad.* : *tang.* CD = *cot.* AC : *cos.* ∠ ACD,
en *rad.* : *tang.* CD = *cot.* BC : *cos.* ∠ BCD,

waaruit, even als boven, volgt:

cot. AC : *cot,* BC = *cos.* ∠ ACD : *cos.* ∠ BCD.

In woorden is deze evenredigheid:

De cotangenten van de opstaande zijden staan tot elkander in reden, als de cosinussen van de deelen van den tophoek . . . . . . (2).

Ten derde, volgt uit gemelde regthoekige driehoeken:

rad. : *tang.* CD = *cot.* ∠ A : *sin.* AD,
en *rad.* : *tang.* CD = *cot.* ∠ B : *sin.* BD.

En dit geeft: *cot.* ∠ A : *cot.* ∠ B = *sin.* AD : *sin.* BD.

Dat is: *De cotangenten van de hoeken aan de basis zijn tot elkander in reden, als de sinussen van de stukken der basis* . . . . . (3).

Ten vierde, verkrijgt men door dezelfde regthoekige driehoeken:

$$cos.\ CD : rad. = cos. \angle A : sin. \angle ACD$$

en $$cos.\ CD : rad. = cos. \angle B : sin. \angle BCD,$$

waaruit weder volgt:

$$cos. \angle A : cos. \angle B = sin. \angle ACD : sin. \angle BCD,$$

of in woorden: *De cosinussen van de hoeken aan de basis zijn tot elkander in reden, als de sinussen van de stukken van den tophoek* . . . (4).

Eindelijk vindt men door de regthoekige driehoeken ACD en BCD, door de termen AC, $\angle$ A en CD, alsmede BC, $\angle$ B en CD, naar de gegevene regelen des vijfhoeks, in evenredigheid te brengen, de twee volgende evenredigheden, als:

$$rad. : sin.\ AC = sin. \angle A : sin.\ CD,$$

en $$rad. : sin.\ BC = sin. \angle B : sin.\ CD,$$

waaruit volgt: $$rad. \times sin.\ CD = sin\ AC \times sin. \angle A,$$

en $$rad. \times sin.\ CD = sin.\ BC \times sin. \angle B,$$

dus: $$sin.\ AC \times sin. \angle A = sin.\ BC \times sin. \angle B,$$

en derhalve: $$sin.\ AC : sin.\ BC = sin. \angle B : sin. \angle A.$$

Indien men den loodregten boog uit eenen anderen hoek trok, zoude men op gelijke wijze voor de andere zijden en hoeken eene dergelijke evenredigheid verkrijgen, en hierdoor wordt de volgende evenredigheid gevonden, welke mede van aanbelang is, en aldus luidt:

In alle klootsche driehoeken staat de sinus van eene der zijden, tot de sinus van den overstaanden hoek, als de sinus van eene andere zijde, tot de sinus van den over deze zijde staanden hoek . . . . . . (5).

Men kan deze evenredigheid omkeeren en ook zeggen:

In alle klootsche driehoeken staat de sinus van eenen der hoeken, tot de sinus van de overstaande zijde, als de sinus van eenen anderen hoek, tot de sinus van de zijde over dezen hoek. . . . . (6).

De toepassing dezer evenredigheden, n° 1—6, welke gemakkelijk tot formulen herleid kunnen worden, kan dikwerf bij de oplossingen van scheefhoekige driehoeken eenige bekorting geven.

§ 101. De drie termen, die men van eenen scheefhoekigen driehoek bekend moet hebben, om de overige te berekenen, kunnen, even als bij regthoekige driehoeken, op verschillende wijzen voorkomen, hetwelk aanleiding geeft tot de volgende zes gevallen, als: 1°. Gegeven de drie zijden; 2°. de drie hoeken; 3°. twee zijden met den ingesloten hoek; 4°. twee hoeken met de zijde tusschen deze hoeken; 5°. twee zijden met een' der overstaande hoeken, en 6°. twee hoeken met eene der overstaande zijden.

§ 102. Iᵉ Geval. Van eenen klootschen driehoek ABC de drie zijden gegeven zijnde; een van de hoeken te vinden.

Oplossing. Bij dit geval hebben geene bijzonderheden plaats; de regels, die men hier onder anderen kan volgen, worden uitgedrukt door de volgende formulen, als, bijv.,

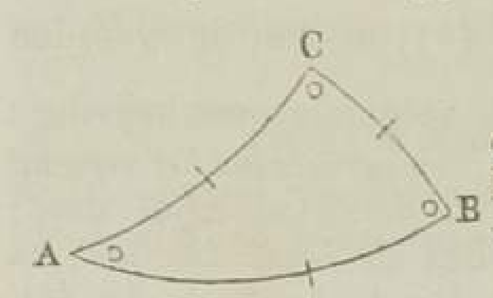
voor den hoek A:

$$Sin. \tfrac{1}{2} \angle A = \sqrt{\frac{sin.(S - AC) \times sin.(S - AB)}{sin.\ AC \times sin.\ AB}},$$

$$\text{of } cos. \tfrac{1}{2} \angle A = \sqrt{\frac{sin.\ S \times sin.(S - BC)}{sin.\ AC \times sin\ AB}} \text{ (¹)}$$

In deze formulen is S de halve som der zijden; de deeling door *sin*. AC × *sin* AB kan worden uitgewonnen, door met *cosec*. AC × *cosec*. AB te vermenigvuldigen, of in logⁿ., door de *complⁿ. l. sin*. bij te tellen. De twee gegevene formulen kunnen gemakkelijk door de logarithmen worden berekend, en geven alsdan aanleiding tot de volgende omschrijvingen: 1°. *Tel de drie zijden te zamen en neem hiervan de helft, trek van deze halve som de twee zijden af, welke om den hoek staan, welke men begeert te berekenen, en zoek van de resten de logⁿ. sinus, tel hierbij op de logⁿ. der cosecanten of de complem. logⁿ. sinus van de genoemde twee zijden, neem de helft van die vier logarithmen, en deze in de logⁿ. sinus opgezocht, geeft de helft van den begeerden hoek, en mitsdien het tweevoudige daarvan den begeerden hoek.*

Voor 2°. *Neem, als boven, de helft van de som der drie zijden; trek hieraf de zijde over den gevraagden hoek, zoek de comp. logⁿ. sinus van de beide zijden, om den begeerden hoek; neem verder den log. sinus van de halve som der zijden, en den log. sinus van de halve som min de afgetrokkene zijde; neem van deze vier logarithmen de halve som, die, in den log. cosinus opgezocht, de helft geeft van den begeerden hoek.*



1ᵉ. *Voorb*. Stel AB = 79° 50′, BC = 25° 40′ en AC = 66° 46′; om de hoeken te vinden? Komt de $\angle$ B = 56° 30′, $\angle$ A = 23° 8′ en $\angle$ C = 116° 44′.

Oplossing voor den $\angle$ B volgens den eersten regel.

AB =	79° 50′	*comp. log. sin.*	0,0068732
BC =	25. 40	» » »	0,3633769
AC =	66. 46		
som =	172° 16′		
2)			
½ *som* =	86° 8′		
½ *som* — AB =	6. 18	*log. sinus*	9,0403424
½ *som* — BC =	60. 28	» »	9,9395537
		som	19,3501462
		½ *som*	9,6750731 *l. s.* van 28° 15′ = $\angle$ ½ B
			dus $\angle$ B = 56° 30′.

(¹) Zie de bewijzen dezer formulen in de meergemelde *Gronden der Zeevaartkunde*, door A. HOORWEG, § 58.

Oplossing voor den $\angle$ B volgens den tweeden regel.

AB = 79° 50′ *comp. log. sin.* 0,0068732
BC = 25. 40 » » » 0,3633769
AC = 66. 46
som = 172° 16
2)———
$\frac{1}{2}$ *som* = 86° 8′ *log. sin.* 9,9990103
AC = 66. 46
$\frac{1}{2}$ *som* — AC = 19° 22′ » » 9,5206307
19,8898911
2)———
9,9449455 *l. cos.* v. 28° 15′ = $\frac{1}{2}\angle$B
———(2
56° 30′ = $\angle$B.

Op gelijke wijze kan men de twee andere hoeken berekenen, en men krijgt $\angle$ A = 23° 8′ en $\angle$ C = 116° 44′.

2° *Voorb.* Gegeven zijnde AB = 103° 20′, AC = 76° 30′ en BC = 53° 40′; om de hoeken te vinden? Komt $\angle$ C = 118° 6′, $\angle$ B = 61° 50′ en $\angle$ A = 46°55′.

§ 103. II° *Geval.* Van eenen klootschen driehoek, de drie hoeken gegeven zijnde; de zijden te vinden.

Dit geval wordt gemakkelijk door de volgende formule opgelost, waarin S gelijk is aan de halve som der drie hoeken.

$$Sin. \tfrac{1}{2} AC = \sqrt{\frac{-cos. S \times cos. (S - \angle B)}{sin. \angle A \times sin. \angle C}}$$ [1], welke, in woorden en log^{n}. overgebragt, aanleiding geeft tot de volgende omschrijving:

Neem de som en halve som (S) *der drie hoeken, en vervolgens het verschil van de halve som en van dien hoek, welke over de gevraagde zijde staat; neem de comp. log^{n}. sin. van de beide hoeken aan de begeerde zijde, en tel hierbij den log. cosin. van de halve som der drie hoeken, en den log. cos. van het verschil van de halve som en van den hoek over de begeerde zijde. De helft hiervan is de log. sin. van de helft der begeerde zijde, en dus het tweevoudige de grootte der gevraagde zijde.*

Oplossing.

1° *Voorb.* Stel de hoek A = 73° 20′, de hoek B = 62° 50′ en de hoek C = 58° 40′; de zijden te vinden? *Antw.* AC = 42° 14′, BC = 46° 22′ en AB = 40° 12′.

$\angle$A = 73° 20′ *log. cosecans* 0,0186392
$\angle$C = 58. 40 » » 0,0684626
$\angle$B = 62. 50
som = 194° 50′
2)———
$\frac{1}{2}$ *som* = 97° 25′ *log. cosin.* 9,1108726
$\angle$B = 62. 50
$\frac{1}{2}$ *som* — $\angle$B = 34° 35′ » » 9,9155589
19,1135333

[1] *Gronden*, § 58. DE GELDER, *Beginselen der Meetkunst*, 3° dr. 1829, § 1206.

. 19,1135333
2)———
9,5567666 is de *log. sin.* van 21° 7′ = $\frac{1}{2}$AC
———(2
en dus AC = 42°14′.

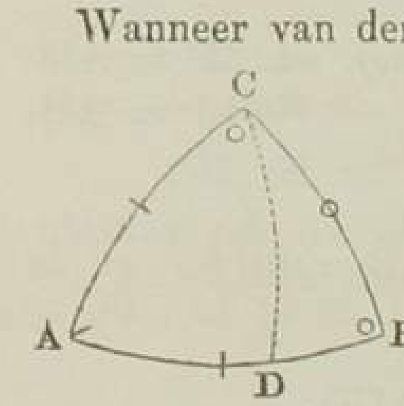
Op gelijke wijze kunnen ook de zijden AB en BC berekend worden.

2° *Voorb.* Van eenen klootschen driehoek gegeven $\angle$ A = 121° 40′, $\angle$ B = 59° 43′ en $\angle$ C = 31° 26′. *Vrage* de zijden? *Antw.* AC = 82° 44′, AB = 36° 48′ en BC = 102° 10′.

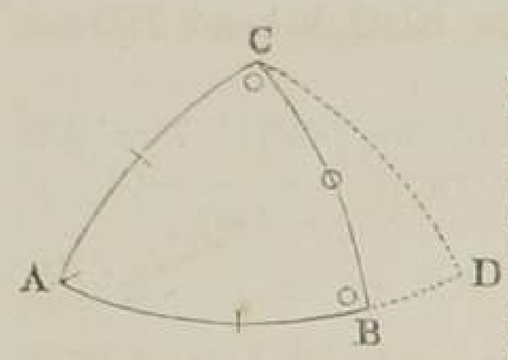
§ 104. III° *Geval.* Van eenen klootschen driehoek gegeven zijnde twee zijden met den ingesloten hoek; te vinden de onbekende termen.

Dit en de volgende gevallen der scheefhoekige klootsche driehoeksmeting kunnen gemakkelijk door behulp van loodregte bogen opgelost worden, en zoodra deze getrokken zijn, is de berekening van de scheefhoekige driehoeken als tot die der regthoekige terug gebragt, en alleen ter bekorting maakt men somtijds nog van eene der zes formulen gebruik, die wij hiervoren, in § 100, hebben doen kennen. Het trekken van eenen loodregten boog dient echter met eenige oplettendheid te geschieden; door dezen wordt, zoo als bereids werd opgemerkt (§ 99), bij elken scheefhoekigen driehoek, tot twee regthoekige driehoeken aanleiding gegeven. Verder dient men daarbij te zorgen, *dat de loodregte boog zoo getrokken wordt, dat in één der regthoekige driehoeken gegevens genoeg zijn, ter oplossing van de noodige termen in dien regthoekigen driehoek.* Over de bijzonderheden, die zich hier en daar ten aanzien dier gevallen opdoen, zullen wij onze aanmerkingen mededeelen bij de oplossingen der gevallen zelven.

Wanneer van den driehoek ABC, zoo als in dit geval, twee zijden



met den ingesloten' hoek gegeven zijn, of, bijv., AB en AC met den hoek A bekend zijn, trekt men uit een' der onbekende hoeken, in het hier opgegevene voorb. uit C of uit B, eenen loodregten boog CD; deze deelt den gegevenen driehoek in twee regthoekige driehoeken ACD en BCD. In den driehoek ACD zijn nu buiten den regten hoek nog bekend AC en $\angle$ A en dus genoegzame termen, om dezen regthoekigen driehoek op te lossen, en AD, CD en den $\angle$ ACD te berekenen. Als men nu vervolgens AD aftrekt van de zijde AB, zoo verkrijgt men BD, en daar de zijde CD reeds in den driehoek ACD berekend is, zoo heeft men in den driehoek BDC alsdan bekend BD, CD en den regten $\angle$ D, en hierdoor kunnen dan $\angle$ B, BC en $\angle$ DCB berekend worden. Volgens de fig. is het blijkbaar, daar de loodlijn binnen den driehoek valt, dat de $\angle$ ACB = $\angle$ ACD + $\angle$ DCB, en daar ook BC en $\angle$ B door den regthoekigen driehoek bereids berekend zijn, kan men al de termen van den gegeven' driehoek als bekend aanmerken.



Valt de loodlijn CD buiten den driehoek over den bekenden ∠ A, zoo heeft men mede twee regthoekige driehoeken ACD en BCD, waarin men als boven AD, CD, ∠ CBD, ∠ ACD en ∠ BCD berekent. De zijde AB is nu gelijk AD—BD en is ∠ ABC alsdan gelijk aan het supplement van den hoek CBD en de hoek ACB = ∠ ACD — ∠ BCD.

De vraag is nu slechts: hoe valt de loodregte boog uit een' der onbekende hoeken binnen of buiten den driehoek? Het antwoord is:

1°. Binnen den driehoek, als AD kleiner is dan AB, 2°. buiten den driehoek als AD grooter is, en 3°. langs CB als AD = AB wordt; in het laatste geval is de ∠ B = ∠ D, en dus de driehoek ABC alsdan regthoekig in B.

1e *Voorb.* Van een' klootschen driehoek ABC is AB = 77° 18′, AC = 62° 12′ en ∠ A = 48° 43′. *Vrage* de onbekende termen. *Antw.* ∠ C = 98° 12′, BC = 47° 48′ en ∠ B = 63° 51′.

Oplossing. De loodregte boog kan nu uit B of uit C op de overstaande zijde getrokken worden; veronderstellen wij hem uit C op AB getrokken, zoo zijn wij aanvankelijk onzeker of deze lijn binnen of buiten den driehoek gelegen zal zijn. In den hierdoor ontstanen driehoek ADC heeft men echter bekend ∠ A = 48° 43′, AC = 62° 12′ en ∠ D regt en dus naar de regelen der regthoekige driehoeken werkende:

1°. Voor AD:

cot. AC : *rad.* = *cos.* ∠ A : *tang.* AD.
Log. cos. ∠ A = 9,8194012
log. rad. = 10,0000000
19,8194012
log. cot. AC = 9,7220085
10,0973927 *log. tang.* 51° 22′ = AD
77. 18 = AB
dus BD = 25° 56′.

Het blijkt hieruit, dat AD kleiner is dan AB, en dus valt de loodlijn, als in de eerste figuur, binnen den driehoek ABC.

2°. Om ∠ ACD te vinden, heeft men:

cot. ∠ A : *rad.* = *cos.* AC : *cot.* ∠ ACD.
Log. cos. AC + *log. rad.* = 19,6687461
log. cot. ∠ A = 9,9434976
9,7252485 *log. cot.* 62° 1′ = ∠ ACD.

3°. Voor DC is:

rad. : *sin.* AC = *sin.* ∠ A : *sin.* DC.
Log. sin. ∠ A = 9,8759036
» » AC = 9,9467376
19,8226412 *log. sin.* 41° 40′ = DC.

Men heeft nu in den regthoekigen driehoek BDC bekend BD en DC, en dus vindt men verder

4°. Den ∠ DCB door:

tang. BD : *rad.* = *sin.* DC : *cot.* DCB.
Log. rad. + *log. sin.* DC = 19,8226883
log. tang. BD = 9,6868981
10,1357902 *log. cot.* 36° 11′ = ∠ DCB
∠ ACD = 62. 1
dus ∠ ACB = 98° 12′.

5°. Voor den ∠ DBC:

tang. DC : *rad.* = *sin.* DB : *cot.* ∠ DBC.
Log. rad. + *log. sin.* BD = 19,6408044
log. tang. DC = 9,9493531
9,6914513 *log. cot.* 63° 50′ = ∠ DBC
= ∠ ABC.

6°. Voor BC:

rad. : *cosin.* CD = *cos.* BD : *cos.* BC.
Log. cos. BD = 9,9539063
» » CD = 9,8733352
19,8272415 *log. cos.* 47° 48′ = BC.

Deze oplossing is geheel door de twee regthoekige driehoeken, en volgens de regelen daarvoor gegeven, afgeloopen. Indien men gebruik maakt van de formulen van § 100, zoo behoeft men de waarde van den loodregten boog CD niet te berekenen, en heeft men volgens N°. 1, als de deelen van de grondzijde bekend zijn, om BC te vinden:

cos. AD : *cos.* BD = *cos.* AC : *cos.* BC.
log. cos. AC = 9,6687461
» » BD = 9,9539063
comp. » » AD = 0,2045829
9,8272353 *log. cos.* 47° 48′ = BC.

Als de drie zijden van den driehoek berekend zijn, kan men den nog onbekenden hoek, ook volgens het *eerste geval* (§ 102) der driehoeken berekenen, dat ons voor den ∠ C geeft:

AC = 62° 12′ *comp. l. sin.* 0,0532624
BC = 47. 48 » » » 0,1302963
AB = 77. 18
som = 187° 18′
½ *som* = 93. 39 *log. sin.* . . 9,9991182
½ *som* — AB = 16. 21′ » » . . 9,4494849
19,6321618
2) 9,8160809 *log. cos.* van 49° 6′ = ½ ∠ C

en dus ∠ C = 98° 12′.

Het is duidelijk, dat men den loodregten boog CD, in het hierboven gegevene voorbeeld, ook uit den $\angle B$ op AC of het verlengde van die zijde had kunnen laten vallen. Het gebeurt overigens dikwerf, dat men niet naar al de onbekende termen van den driehoek vraagt, maar slechts dezen of genen alleen begeert te vinden; in dat geval dient men eene keuze te doen, om door de kortste berekening den gevraagden term te bepalen.

2e *Voorb.* Van eenen klootschen driehoek is gegeven $AC = 105^\circ 7'$, $BC = 65^\circ 41'$ en $\angle C = 103^\circ 42'$. *Vrage* de onbekende termen? *Antw.* $AB = 108^\circ 24'$, $\angle A = 68^\circ 55'$ en $\angle B = 98^\circ 42'$.

3e *Voorb.* Bekend zijnde $AB = 53^\circ 20'$, $BC = 27^\circ 19'$ en de hoek $B = 120^\circ 30'$; om AC te vinden? Komt $AC = 69^\circ 54'$.

Men laat uit een' der onbekende hoeken eenen loodregten boog vallen, stel uit A op BC, en berekent BD, hierdoor wordt dan bekend of de loodlijn AD binnen of buiten den driehoek valt; door vervolgens het verschil te nemen tusschen BD en BC, worden de stukken van de basis bekend, en kan men met deze en de zijde AB, door n°. 1, § 100, de zijde AC berekenen. In den driehoek ABD is bekend $\angle B$, AB en de regte hoek D; men vindt BD door den vijfhoek aldus:

$$\textit{rad.} : \textit{cot.}\ AB = \textit{tang.}\ BD : \textit{cos.}\ \angle B \quad \text{of}$$
$$\textit{cot.}\ AB : \textit{rad.} = \textit{cos.}\ \angle B : \textit{tang.}\ BD.$$

$Log.\ cos.\ \angle B + log.\ rad. = 19{,}7054689$
$\text{»}\ cot.\ AB = 9{,}8718486$
$9{,}8336203$ is *log. tang.* van $34^\circ 17'$.

Daar echter deze zijde stomp moet zijn, zoo is $BD = 145^\circ 43'$
de zijde $BC = 27.19$
dus de zijde $CD = 118^\circ 24'$.

Verder heeft men door § 100, n°. 1:

$$\textit{cos.}\ BD : \textit{cos.}\ DC = \textit{cos.}\ AB : \textit{cos.}\ AC.$$

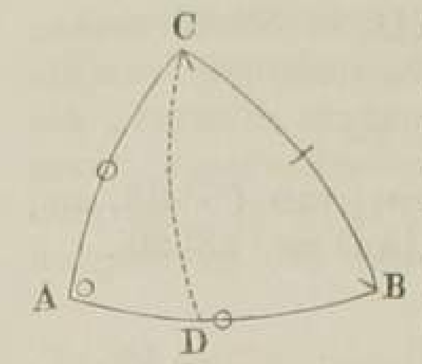
$Log.\ cos.\ AB = 9{,}7760897$
$\text{» »}\ DC = 9{,}6772640$
$19{,}4533537$
$\text{» »}\ BD = 9{,}9171179$
$9{,}5362358$ is *log. cos.* van $69^\circ 54' = AC$.

4e. *Voorb.* Van eenen klootschen driehoek ABC gegeven zijnde $AB = 143^\circ 12'$, $AC = 102^\circ 8'$ en $\angle A = 120^\circ 17'$. *Vrage* den $\angle C$? *Antw.* $\angle C = 148^\circ 34'$.

5e *Voorb.* Van eenen klootschen driehoek ABC gegeven zijnde $AC = 36^\circ 14'$, $BC = 122^\circ 50'$ en $\angle C = 60^\circ 55'$. *Vrage* de zijde AB? *Antw.* $AB = 101^\circ 18'$.

§ 105. IVe *Geval.* Van eenen klootschen driehoek gegeven zijnde twee hoeken met de tusschen liggende zijde; de overige termen te vinden.

Dit geval lost zich even gemakkelijk op als het voorgaande of het 3de geval. Men trekt in dit geval uit een' der bekende hoeken de loodlijn op de overstaande zijde. Bijv., laat van nevenstaanden



driehoek de zijde BC, benevens de hoeken B en C gegeven zijn, en de zijden AC en AB, als ook den $\angle A$, gevraagd worden, dan laat men uit een' der bekende hoeken, d. i. in het gestelde voorb. uit B of C een' boog loodregt op de overstaande zijde neder. Hierdoor verkrijgt men twee regthoekige driehoeken, en hetzij de loodlijn binnen of buiten den driehoek valt, in een' dezer driehoeken BDC zijn genoegzame termen gegeven, om dien driehoek en vervolgens ook daardoor den driehoek ADC te berekenen.

Ten aanzien van de loodlijn heeft men nu: 1°. Zij valt binnen den driehoek, als $\angle BCD$ kleiner is dan $\angle BCA$, 2°. buiten, als de hoek grooter is, en 3°. langs CA van den driehoek ABC als de $\angle BCD = \angle BCA$, en is de gegevene driehoek BCA alsdan een in A regthoekige driehoek.

Valt de loodlijn binnen, zoo is $AB = BD + AD$; valt zij buiten, zoo is $AB = BD - AD$ en $\angle BAC = 180^\circ - \angle DAC$.

1e *Voorb.* Stel, van bovenstaanden scheefhoekigen driehoek bekend: $BC = 127^\circ$, $\angle B = 133^\circ 30'$, en $\angle C = 100^\circ$; te vinden de onbekende termen? Komt $\angle A = 123^\circ 20'$, $AC = 136^\circ 6'$ en $AB = 70^\circ 17'$.

Oplossing. Den loodregten boog uit den hoek C trekkende, heeft men:

1. Om in den driehoek BDC den $\angle BCD$ te berekenen:

$$\textit{cot.}\ \angle B : \textit{rad.} = \textit{cos.}\ BC : \textit{cot.}\ \angle BCD.$$

$Log.\ cos.\ BC + log.\ rad. = 19{,}7794630$
$log.\ cot.\ \angle B = 9{,}9772500$
$9{,}8022130$ is *log. cot.* van $57^\circ 37' = \angle BCD$.

Aangezien de $\angle BCD$ kleiner is dan de $\angle BCA$, zoo valt dus de loodregte boog CD binnen den driehoek.

Verder heeft men: $\angle BCA = 100^\circ\ 0'$
$\angle BCD = 57.37$
en dus $\angle ACD = 42^\circ 23'$.

2. Om CD te vinden is:

$$\textit{rad.} : \textit{sin.}\ BC = \textit{sin.}\ \angle B : \textit{sin.}\ CD.$$

$Log.\ sin.\ \angle B = 9{,}8605622$
$\text{» »}\ BC = 9{,}9023486$
$19{,}7629108$ is *log. sin.* van $35^\circ 24'$ en dus
$CD = 144^\circ 36'$.

3. Voor BD heeft men:

$$\textit{cot.}\ BC : \textit{rad.} = \textit{cos.}\ \angle B : \textit{tang.}\ BD.$$

$Log.\ cos.\ \angle B + log.\ rad. = 19{,}8378122$
$log.\ cot.\ BC = 9{,}8771144$
$9{,}9606978$ is *log. tang.* van $42^\circ 25' = BD$.

In den driehoek ACD is buiten den regten hoek nu nog bekend CD en de $\angle ACD$, en vindt men dus (4) den $\angle DAC$:

rad. : *sin.* ∠ ACD = *cos.* CD : *cos.* ∠ DAC.

Log. cos. CD = 9,9112257
» *sin.* ∠ ACD = 9,8287163

19,7399420 is *log. cos* van $56^\circ 40'$, en, daar ∠ CAD stomp moet zijn, is ∠ CAD = $123^\circ 20'$.

5. Om AC te vinden:

tang. CD : *rad.* = *cos.* ∠ ACD : *cot.* AC.

Log. cos. ∠ ACD + *log.* R. = 19,8684396
log. tang. CD = 9,8516637

10,0167759 is *log. cot.* van $136^\circ 6'$ = AC.

6. Voor AD is:

rad. : *cot.* ∠ ACD = *tang.* AD : *sin.* CD,
cot. ∠ ACD : *rad.* = *sin.* CD : *tang.* AD.

Log. sin. CD + *log. rad.* = 19,7628894
log. cot. ∠ ACD = 10,0397233

9,7231661 is *log. tang.* van $27^\circ 52'$ = AD
42. 25 = BD
$70^\circ 17'$ = AB.

Maakt men gebruik van de formulen van § 100, zoo behoeft men de loodlijn CD niet te berekenen, en vindt men, door de hoeken BCD en ACD, den ∠ A aldus:

sin. ∠ BCD : *sin.* ∠ DCA = *cos.* ∠ B : *cos.* ∠ A. § 100, N°. 4.

Log. cos. ∠ B = 9,8378122
log. sin. ∠ DCA = 9,8287163
comp. » » ∠ BCD = 0,0734087

9,7399372 is *log. cos.* van $56^\circ 40'$; de loodlijn valt binnen den driehoek, en dus ∠ A gelijksoortig met den hoek B, en derhalve ∠ A = $123^\circ 20'$.

2^e^ *Voorb.* Van eenen klootschen driehoek ABC gegeven zijnde ∠ B = $101^\circ 11'$, ∠ C = $54^\circ 33'$ en BC = $73^\circ 53'$. *Vrage* de onbekende termen? *Antw.* AB = $56^\circ 8'$, AC = $90^\circ 0'$ en ∠ A = $70^\circ 28'$.

3^e^ *Voorb.* Bekend van eenen bolvormigen driehoek ABC de zijde AB = $53^\circ 11'$, de ∠ A = 125° en ∠ B = $17^\circ 30'$; om BC te vinden? Komt BC = $65^\circ 44'$.

Om den hoek ABD te berekenen, heeft men:

rad. : *cot.* ∠ A = *cot.* ∠ ABD : *cos.* AB,
cot. ∠ A : *rad.* = *cos.* AB : *cot.* ∠ ABD.

Log. cos. AB + *log. rad.* = 19,7776128
log. cot. ∠ A = 9,8452268

9,9323860 is *log. cot.* van $49^\circ 27'$
en dus ∠ ABD = 130. 33
∠ ABC = 17. 30
en derhalve de ∠ CBD = $113^\circ 3'$.

Cos. ∠ ABD : *cos.* ∠ DBC = *cot.* AB : *cot.* BC.

Log. cot. AB = 9,8742204
» *cos.* ∠ DBC = 9,5927698

19,4669902
» » ∠ ABD = 9,8129878

9,6540024 is *log. cot.* van $65^\circ 44'$ = BC.

4^e^ *Voorb.* Van eenen klootschen driehoek ABC gegeven zijnde, AC = $90^\circ 0'$, ∠ A = $68^\circ 44'$, ∠ C = $58^\circ 1'$. *Vrage* den hoek B? *Antw.* ∠ B = $101^\circ 5'$.

5^e^ *Voorb.* Indien van eenen klootschen driehoek ABC gegeven zijn: AB = $60^\circ 41'$, ∠ A = $105^\circ 5'$ en ∠ B = $61^\circ 10'$. *Vrage* naar de zijde AC? *Antw.* AC = $65^\circ 8'$.

§ 106. V^e^ *Geval.* Van eenen klootschen driehoek gegeven zijnde, twee zijden met een' der overstaande hoeken; de onbekende termen te vinden.

Dit geval is van dien aard, dat er, even als bij de platte driehoeken (§ 85), *somtijds* twee verschillende driehoeken bestaan, die drie gelijke termen hebben, of, de opgave van twee zijden met eenen der overstaande hoeken geeft somtijds aanleiding tot twee verschillende driehoeken, en dus ook, in dat geval, tot twee antwoorden voor de gevraagde termen.

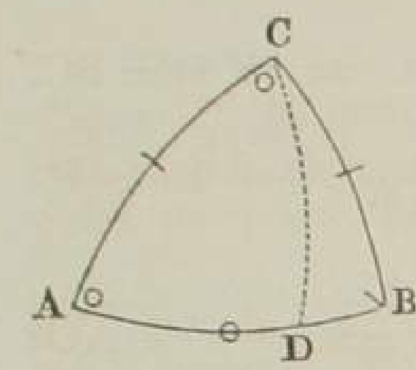
Laat, om dit meer bepaald aan te toonen, van den driehoek ABC, fig. 20, pl. I, bekend zijn: ∠ A, AC en BC, dan kan de driehoek AB'C, zoowel als de driehoek ABC, aan de opgave der vraag voldoen, want AC en ∠ A zijn aan beide de driehoeken gemeen, of behooren aan beiden, en verder is B'C = BC. Om nu de bolvormige driehoeken te onderscheiden, of de opgave tot één of twee antwoorden aanleiding geeft, neemt men de volgende opgave daaromtrent tot leidraad:

Is de grootte van de zijde over den bekenden hoek begrepen tusschen de andere bekende zijde en het supplement van die zijde, zoo is de driehoek op ééne wijze, en zoo niet, op twee wijzen mogelijk, of geeft dan de opgave tot twee driehoeken en dus ook tot twee antwoorden voor elken gevraagden term aanleiding.

Is de driehoek op slechts ééne wijze mogelijk, of geeft de vraag tot slechts één antwoord aanleiding, zoo heeft men ten aanzien van het vallen van den loodregten boog: *hij valt binnen den driehoek, als de bekende hoek en aanliggende gegevene zijde, beide scherp of beide stomp zijn; zijn die twee gegevene termen ongelijksoortig, zoo valt hij buiten den driehoek over den bekenden hoek.*

Is daarentegen de driehoek op twee wijzen mogelijk, zoo zijn er twee driehoeken, welke aan de opgave der vraag voldoen, en de loodregte boog valt in den eenen driehoek binnen, en in den anderen buiten.

Valt de loodlijn CD, fig. 20, binnen den driehoek, zoo is ∠ B in soort overeenstemmend met ∠ A (§ 99), en daar de driehoeken CBD en CB'D gelijk zijn, is ook ∠ CB'D = ∠ CBD en ∠ CB'A het supplement van ∠CB'D en dus ook van ∠CBD. Als de loodlijn buiten valt, zoo zijn de hoeken op de basis ongelijksoortig. Volgens het aangevoerde is B'D = BD, en men heeft dus voor de twee driehoeken: AB = AD + BD en AB' = AD − B'D, en op gelijke wijze is ∠ACB = ∠ACD + ∠DCB en ∠ACB' = ∠ACD − ∠B'CD.



1° *Voorb.* Van den klootschen driehoek ABC is bekend, BC = 113° 0', AC = 93° 35' en ∠B = 95° 50'. *Vrage* de onbekende termen? *Antwoord* ∠C = 96° 27', ∠A = 113° 27' en AB = 94° 31'.

Men ziet dadelijk in, dat de loodlijn uit ∠C getrokken moet worden, want alleen daardoor verkrijgt men in den driehoek BDC genoegzame gegevens ter oplossing; de vraag is nu verder: geeft de opgave aanleiding tot één of twee driehoeken? Men heeft te dien aanzien: de zijde over den bekenden hoek, AC = 93° 35', is gelegen tusschen de zijde BC en haar supplement of tusschen 113° en 67°, en mitsdien is de driehoek, welke berekend moet worden, op slechts ééne wijze mogelijk. Daar ∠B en BC nu verder gelijksoortig zijn, zoo valt de loodlijn binnen den driehoek.

De oplossing is nu overigens gemakkelijk en overeenstemmend met de voorgaande gevallen; wij zullen alleen de minst omslagtige oplossing, dus die met behulp der regelen van § 100, hier opgeven en volgen.

1. Voor den ∠BCD heeft men:

rad. : *cot.* ∠B = *cot.* ∠DCB : *cos.* BC,
cot. ∠B : *rad.* = *cos.* BC : *cot.* ∠DCB.

Log. cos. BC + *log. rad.* = 19,5918780 −
log. cot. ∠B = 9,0092984 −
10,5825796 + is *log. cot.* van 14° 39' = ∠DCB.

2. Voor den ∠ACD:

cot. BC : *cot.* AC = *cos.* ∠BCD : *cos.* ∠ACD § 100, N°. 2.

Log. cos. ∠BCD = 9,9856460 +
log. cot. AC = 8,7967313 −
18,7823773 −
» » BC = 9,6278519 −
9,1545254 + is *log. cos.* van 81° 48' = ∠ACD
14.39 = ∠BCD
96° 27' = ∠ACB.

3. Om ∠A te vinden is:

rad. : *cot.* ∠DCA = *cot.* ∠A : *cos.* AC,
cot. ∠DCA : *rad.* = *cos.* AC : *cot.* ∠A.

Log. cos. AC + *log. rad.* = 18,7958814 −
log. cot. ∠DCA = 9,1586706 +
9,6372108 − is *log. cot.* van 113° 27' = ∠A.

4. Om de zijde AB te berekenen, in den driehoek ACB:

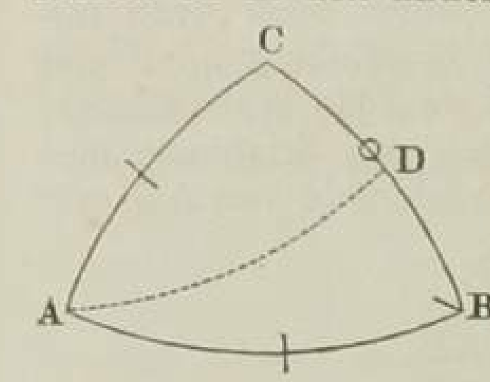
sin. ∠B : *sin.* AC = *sin.* ∠C : *sin.* AB,

log. sin. ∠C = 9,9972423
» » AC = 9,9991501
19,9963924
» » ∠B = 9,9977453
9,9986471 is *log. sin.* van 94° 31' = AB.

Daar de ∠ACB > ∠ABC, zoo moet dus ook de zijde AB > AC, en daar AC stomp is, zoo is dus ook de zijde AB stomp en gelijk 94° 31' (§ 90).

2° *Voorbeeld.* Van eenen driehoek ABC is bekend ∠B = 37° 0', AC = 41° 4' en AB = 83° 39'. *Vrage* de zijde BC? *Antwoord.* De zijde BC is 101° 52' of 62° 16'.

Deze opgave is zoodanig, dat zij tot twee driehoeken aanleiding geeft; namelijk de zijde over den bekenden hoek is niet gelegen tusschen de andere zijde en het supplement van die zijde, of AC = 41° 4' is niet begrepen tusschen 83° 39' en 96° 21'. Volgens het hier boven aangevoerde heeft men dus twee driehoeken, die elk op zich zelven aan de opgave voldoen. In den eenen driehoek valt de loodlijn echter binnen en in den anderen buiten.



Trekt men, 1° de loodlijn binnen den driehoek, zoo als hiernevens, dan zal men, na BD en DC berekend te hebben, deze zijden optellen om BC te bekomen, of BC = BD + CD.

1. Om BD te vinden heeft men:

rad. : *cot.* AB = *tang.* BD : *cos.* ∠B,
cot. AB : *rad.* = *cos.* ∠B : *tang.* BD.

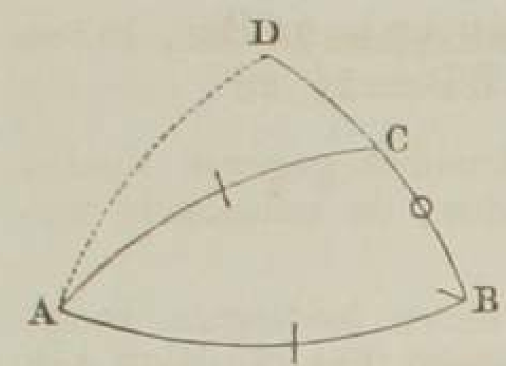
Log. cos. ∠B + *log. rad.* = 19,9023486
log. cot. AB = 9,0464343
10,8559143 is *log. tang.* van 82° 4' = BD.

2. Om CD te berekenen is:

cos. AB : *cos.* AC = *cos.* BD : *cos.* CD. § 100, N°. 1.

Log. cos. BD = 9,1399445
» » AC = 9,8773401
19,0172846
» » AB = 9,0437617
9,9735229 is *log. cos.* van 19° 48' = CD
82. 4 = BD
101° 52' = BC.

In den driehoek ACD worden de hoeken A en C op de gewone wijze gevonden, en is ∠C in soort met den ∠B overeenstemmend, en de ∠CAD is even als de zijde CD scherp.



2°. In den driehoek, waarbij de loodlijn buiten valt, blijft de berekening voor BD en DC onveranderd; alleen moet men nu deze DC aftrekken van BD, om BC te bekomen, en dit geeft BD — CD = BC, of

BD = 82° 4′
DC = 19. 48
en dus BC = 62° 16′.

In den driehoek ACD berekent men den ∠ DCA en is ∠ ACB ongelijksoortig met den ∠ B, (§ 99) — Men kan ook in beide voorgaande figuren of driehoeken met de drie zijden, of met AB, AC en de twee gevondene waarden voor BC, de hoeken BAC berekenen.

3° *Voorb.* Van den driehoek ABC is gegeven AB = 71° 36′, AC = 74° 53, en ∠ C = 76° 18′. *Vrage* de onbekende termen? *Antw.* ∠ A = 68° 58′ of 17° 10′, ∠ B = 81° 17′ of 98° 43′ en BC = 65° 45′ of 16° 45′.

4° *Voorb.* Bekend zijnde van eenen driehoek ABC, AB = 45° 27′, BC = 115° 37′ en ∠ A = 127° 15. *Vrage* den ∠ B te vinden; komt ∠ B = 61° 59′.

Oplossing. Daar BC, de zijde over den bekenden hoek, valt tusschen AB en het supplement van AB, zoo is de driehoek op slechts ééne wijze bestaanbaar, en verder zijn ∠ A en de zijde AB ongelijksoortig, en mitsdien valt de loodlijn BD buiten den driehoek; men trekt dus eenen loodregten boog uit B op het verlengde van AC over den hoek A, en men heeft dan:

1. Om ∠ ABD te berekenen:

rad. : *cot.* ∠ A = *cot.* ∠ ABD : *cos.* AB,
cot. ∠ A : *rad.* = *cos.* AB : *cot.* ∠ ABD.

Log. cos. AB + *log. rad.* = 19,8460471
log. cot. ∠ A = 9,8810522
9,9649949 is *log. cot.* van 47° 18′
en dus ∠ ABD = 132° 42′.

2. Om ∠ CBD te vinden:

cot. AB : *cot* BC = *cos.* ∠ ABD : *cos.* ∠ CBD.

Log. cos. ∠ ABD = 9,8313320
log. cot. BC = 9,6807682
19,5121002
» » AB = 9,9931778
9,5189224 is *log. cos.* van 70° 43′,
en dus ∠ CBD = 70° 43′
en ∠ ABD = 132. 42
en dus ∠ ABC = 61° 59′.

5° *Voorb.* Van den klootschen driehoek ABC bekend zijnde: AB = 67° 30′, AC = 73° 40′ en ∠ B = 81° 20′; om de zijde BC te vinden? *Antw.* BC = 66° 18′.

6°. Van eenen klootschen driehoek is bekend AB = 78° 30′, BC = 17° 50′ en ∠ C = 152° 54′; *vrage* ∠ B? *Antw.* ∠ B = 24° 20′.

§ 107. VI° *Geval.* Van eenen klootschen driehoek gegeven zijnde, twee hoeken met eene van de overstaande zijden; de onbekende termen te vinden.

Om ook dit geval door het trekken van eenen loodregten boog, of door twee regthoekige driehoeken op te lossen, kan die boog niet vallen uit een' der bekende hoeken, want noch in den eenen noch in den anderen daardoor te verkrijgen regthoekige driehoeken zouden alsdan genoegzame termen bekend worden, om die driehoeken op te lossen. *De loodregte boog moet daarom in dit geval vallen uit den onbekenden hoek op de overstaande zijde of hare verlenging, en wel: binnen den driehoek, als de twee bekende hoeken gelijksoortig, en buiten den driehoek als die hoeken ongelijksoortig zijn.*

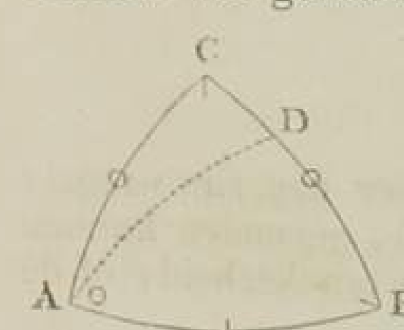
Even als in het laatst voorgaande geval, kunnen ook hier somtijds twee verschillende driehoeken bestaan, die gelijke gegevens of bekende termen hebben, en ook even als daar bestaat hier een soortgelijk kenmerk, waaruit blijkbaar wordt, of de driehoek op ééne of op twee wijzen bestaanbaar is, en men heeft te dien aanzien: *is de hoek, over de gegevene zijde, begrepen tusschen den anderen bekenden hoek en het supplement van dezen hoek, zoo heeft men éénen driehoek, en anders twee driehoeken, die aan de vraag voldoen.*

Verder heeft men nog in acht te nemen:

1°. *Dat, als de driehoek alleen op ééne wijze mogelijk is, men dan de gezochte zijde, van den driehoek* ABC, zie de volgende figuur, *over den bekenden hoek altijd met dien hoek gelijksoortig neemt, en verder, dat men* CD *en dus ook den* ∠ CAD *steeds scherp neemt.*

2°. *Bij eene tweeledige bestaanbaarheid neemt men de genoemde termen* AC, CD *en* ∠ CAD *scherp en stomp, en past die ook als zoodanig toe, en hierdoor verkrijgt men dan de twee antwoorden.*

Indien, van den gestelden driehoek ABC, gegeven was de zijde AB, benevens de hoeken B en C, moet men den loodregten boog uit den ∠ A op BC doen vallen, en hierdoor verkrijgt men in den driehoek BAD de noodige gegevens, om de bogen BD en AD, benevens den ∠ BAD te vinden, en zal men ligtelijk inzien, dat, nadat AD bekend is geworden, men in den driehoek ADC, mede genoeg bekenden heeft, om ∠ CAD, DC en AC te berekenen. Naar dat nu AC en ∠ CAD scherp of stomp worden, zullen ook de zijde BC en den hoek CAB onderscheiden waarden verkrijgen; en zal de verdere oplossing van dit geval, uit de volgende ontwikkelde voorbeelden wel gemakkelijk nagegaan kunnen worden.



1° *Voorb.* Stel, van den driehoek ABC, AB = 43° 15′, de ∠ B = 35° 35′ en ∠ C = 61° 50; *vrage* de onbekende termen? *Antw.* BC = 50° 53′, AC = 26° 54′ en ∠ A = 93° 27′.

8

Oplossing. Dewijl de hoeken B en C gelijksoortig zijn, valt de loodlijn binnen den driehoek, en daar de ∠C, over de bekende zijde AB, begrepen is tusschen den ∠B en het supplement van dien hoek, is de driehoek slechts op ééne wijze bestaanbaar. En men heeft dan:

1. Om BD te berekenen:

rad. : *cot.* AB = *tang.* BD : *cos.* ∠B,
cot. AB : *rad.* = *cos.* ∠B : *tang.* BD.
Log. rad. + *log.* ∠B = 19,9102348
» *cot.* AB = 10,0265461
9,8836887 is *log. tang.* van 37° 25′ = BD.

2. Om DC te vinden:

cot. ∠B : *cot.* ∠C = *sin.* BD : *sin.* DC. § 100, n°. 3.
Log. sin. BD = 9,7836227
» *cot.* ∠C = 9,7287161
19,5123388
» » ∠B = 10,1453966
9,3669422 is *log. sin.* van 13° 28′ = DC
37. 25 = BD
50° 53′ = BC.

3. Om AC te vinden:

rad. : *tang.* DC = *cot.* AC : *cos.* ∠C,
tang. DC : *rad.* = *cos.* ∠C : *cot.* AC.
Log. cos. ∠C + *log. rad.* = 19,6739769
log. tang. DC = 9,3792394
10,2947375 is *log. cot.* van 26° 54′ = AC.

4. Voor den hoek CAB berekent men de tophoeken BAD en CAD, en dit geeft voor den ∠BAD:

sin. AB : *rad.* = *sin.* BD : *sin.* ∠BAD.
Log. sin. BD + *log. rad.* = 19,7836227
log. sin. AB = 9,8358066
9,9478161 *log. sin.* van 62° 28′ = ∠BAD.

Voor den ∠CAD:

sin. AC : *rad.* = *sin* CD : *sin.* ∠CAD.
Log. sin. CD + *log. rad.* = 19,3671315
log. sin. AC = 9,6555559
9,7115756 *log. sin.* van 30° 59′ = ∠CAD.

Men heeft dus ∠BAD = 62° 28′
∠CAD = 30. 59
en derhalve ∠BAC = 93° 27′.

Aanmerking. De ∠BAC zoude ook in eens door den sinus-regel: *sin.* AB : *sin* ∠C = *sin.* BC : *sin.* ∠A, § 100, n°. 5, gevonden kunnen worden; men vervalt echter alsdan soms in eene onzekerheid, of de

hoek CAB scherp of stomp wordt, iets, dat bij de afzonderlijke berekening der twee hoeken, waarin hoek CAB door den loodregten boog verdeeld wordt, niet kan plaats hebben.

2e *Voorb.* Stel van een' driehoek bekend gegeven ∠A = 149° 58′ 0″, ∠C = 138° 26′ 48″ en de zijde BC = 169° 46′ 0″; *vrage* de onbekende termen? *Antw.* AC is 19° 32′ 20″ of 175° 50′ 56″, AB is 13° 37′ 5″ of 166° 22′ 55″ en de hoek B gelijk 109° 34′ 16″ of gelijk 168° 14′ 0″.

Oplossing. In de eerste plaats vraagt men of deze driehoek op eene of twee wijzen mogelijk is? Daar de hoek over de bekende zijde niet begrepen is tusschen den anderen hoek en het supplement van dien hoek, zoo is dus de opgave zoodanig, dat zij tot twee antwoorden voert. Laat men nu uit den hoek B eenen loodregten boog, zoo valt deze binnen den driehoek op AC, dewijl de hoeken A en C gelijksoortig zijn, en de termen AD, ∠DBA en AB kunnen scherp of stomp genomen worden. Verder heeft men:

1 Voor CD:

cot. BC : *rad.* = *cos.* ∠C : *tang.* CD.
Log. cos. ∠C + *log. rad.* = 19,8740981
log. cot. BC = 10,7434528
9,1306453 *log. tang.* van 7° 41′ 38″ = CD.

2. Voor AD:

cot. ∠C : *cot.* ∠A = *sin.* CD : *sin.* AD.
Log. sin. CD = 9,1267173
» *cot.* ∠A = 0,2379773
9,3646946
» » ∠C = 0,0523771
9,3123175 *log. sin.*
van 11° 50′ 42″ of 168° 9′ 18″ = AD
en CD = 7. 41. 38 = 7. 41. 38
dus AC = 19° 32′ 20″ of = 175° 50′ 56″.

3. Voor AB heeft men:

tang. AD : *rad.* = *cos.* ∠A : *cot.* AB.
Log. cos. ∠A + *log. rad.* = 19,9373847
log. tang. AD = 9,3216620
10,6157227 *log. cot.* van 13° 37′ 5″, en
dus de zijde AB = 13° 37′ 5″ of 166° 22′ 55″.

4°. Voor den hoek DBA is:

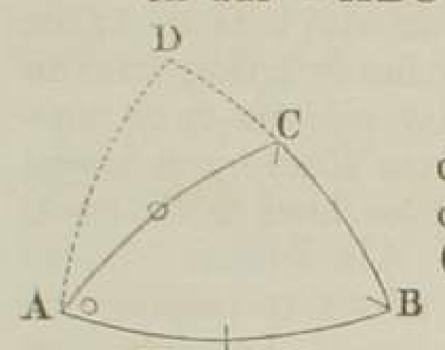
sin. AB : *rad.* = *sin.* AD : *sin.* ∠DBA.
Log. sin. AD + *log. rad.* = 19,3123145
log. sin. AB = 9,3718957
9,9404188 *log. sin.* van 60° 40′ 8″
en dus ∠DBA = 60° 40′ 8″ of 119° 19′ 52″.

5°. Voor den $\angle$ CBD:

$$\textit{sin.}\ \mathrm{BC} : \textit{rad.} = \textit{sin.}\ \mathrm{DC} : \textit{sin.}\ \angle \mathrm{CBD}.$$

$$\begin{aligned}\textit{Log. sin.}\ \mathrm{DC} + \textit{log. rad.} &= 19{,}1267173\\ \textit{log. sin.}\ \mathrm{BC} &= \underline{\ 9{,}2495830}\\ &\ 9{,}8771343\ \textit{l. s.}\ \text{van } 48°54'8'' = \angle \mathrm{CBD}.\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{En dit geeft: } \angle \mathrm{DBA} &= 60°\,40'\ 8'' \text{ of } = 119°\,19'\,52''\\ \angle \mathrm{CBD} &= \underline{48.54.\ 8} \quad\ \ = \underline{48.54.\ 8}\\ \text{en dus } \angle \mathrm{ABC} &= 109°\,34'\,16'' \text{ of } = 168°\,14'\ 0''.\end{aligned}$$



3ᵉ *Voorb.* Bekend zijnde de hoek C = 116° 50', de $\angle$ B = 47° 23' en AB = 101° 40'; *vrage* de onbekende termen? *Antw.* BC = 75° 14', $\angle$ A = 61° 46' en AC = 53° 52'.

Oplossing. Dewijl de hoek C invalt tusschen den $\angle$ B en het supplement van dien hoek, zoo is de driehoek slechts op éene wijze bestaanbaar; de loodregte boog AD valt hier uit $\angle$ A buiten den driehoek, omdat de hoeken C en B ongelijksoortig zijn, en wel op het verlengde van BC over den $\angle$ B.

1. Om BD te berekenen:

$$\textit{Rad.} : \textit{cotang.}\ \mathrm{AB} = \textit{tang.}\ \mathrm{BD} : \textit{cos.}\ \angle \mathrm{B},$$

$$\textit{cotang.}\ \mathrm{AB} : \textit{rad.} = \textit{cos.}\ \angle \mathrm{B} : \textit{tang.}\ \mathrm{BD}.$$

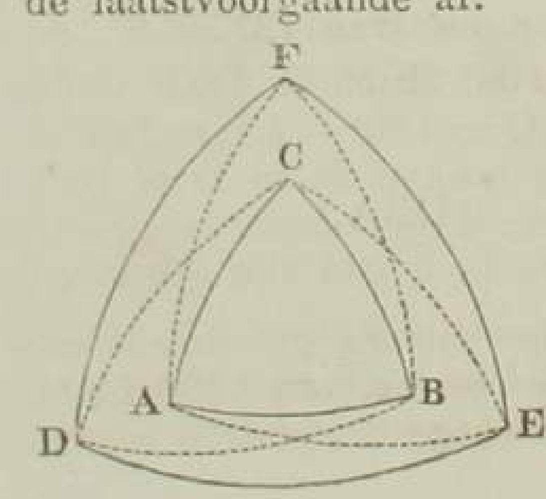
$$\begin{aligned}\textit{Log. cos.}\ \angle \mathrm{B} + \textit{log. rad.} &= 19{,}8306464\\ \textit{log. cot.}\ \mathrm{AB} &= \underline{\ 9{,}3148851}\\ &\ 10{,}5157613\ \textit{log. tang.}\ \text{van } 106°\,58' = \mathrm{BD}\end{aligned}$$

2. Om DC te vinden is:

$$\textit{cotang.}\ \angle \mathrm{B} : \textit{cotang.}\ \angle \mathrm{C} = \textit{sin.}\ \mathrm{BD} : \textit{sin.}\ \mathrm{DC},\ \S\ 100.$$

$$\begin{aligned}\textit{Log. sin.}\ \mathrm{BD} &= \ 9{,}9806735\\ \text{»}\quad \textit{cot.}\ \angle \mathrm{C} &= \underline{\ 9{,}7040362}\\ &\ 19{,}6847097\\ \text{»}\quad \text{»}\quad \angle \mathrm{B} &= \underline{\ 9{,}9638275}\\ &\ \ 9{,}7208822 \text{ is } \textit{log. sin.}\ \text{van } 31°\,44' = \mathrm{DC}\\ &\qquad\qquad\qquad\qquad\quad \underline{106.\ 58 = \mathrm{BD}}\\ &\qquad\qquad\qquad\qquad\quad\ 75°\,14' = \mathrm{BC}.\end{aligned}$$

De verdere berekening van dit voorstel loopt even gemakkelijk als de laatstvoorgaande af.



§ 108. Stelt men op AC van den driehoek ABC in de hoekpunten A en C de loodregte bogen AE en CE, dan is het hoekpunt dezer bogen de pool van AC; als men de punten F en D op gelijke wijze bepaalt en door deze punten E, D en F groote bogen stelt, zoo erlangt men een' driehoek DEF, dien men ten aanzien van den driehoek ABC *pool-driehoek* noemt. Volgens de constructie is

$$\begin{aligned}&\angle \mathrm{BCD} = 90°\\ &\underline{\angle \mathrm{ACE} = 90}\\ \text{en dus}\quad &\angle \mathrm{BCD} + \angle \mathrm{ACE} = 180°\\ \text{maar}\quad &\angle \mathrm{BCD} + \angle \mathrm{ACE} = \angle \mathrm{DCE} + \angle \mathrm{ACB}\\ \text{ook is}\quad &\angle \mathrm{DCE} = \mathrm{DE}\\ \text{dus}\quad &\mathrm{DE} + \angle \mathrm{ACB} = 180°\\ \text{en derhalve}\quad &\mathrm{DE} = 180° - \angle \mathrm{ACB}.\end{aligned}$$

Op gelijke wijze kan worden aangetoond, dat FE en DF de supplementen zijn van de hoeken A en B. De punten A, B en C van den driehoek ABC liggen dus 90° van de overstaande zijden van den driehoek DEF en even zoo de hoekpunten van dezen driehoek 90° van den driehoek ABC: *zij worden pool-driehoeken van elkander genoemd, en de hoeken en zijden van den eenen zijn de supplementen van de overstaande zijden en hoeken van den anderen.*

Deze eigenschap der bolvormige driehoeken of de toepassing van den pool-driehoek geeft aanleiding om de oplossingen der zes gevallen van den scheefhoekigen driehoek tot drie te herleiden; heeft men, bijv., de drie hoeken van een' driehoek bekend, zoo kan men die in den pool-driehoek overbrengen en daardoor in dien driehoek de drie zijden bekend krijgen, enz., met de overige gevallen.

Stel, om dit met een voorbeeld op te helderen; men begeert den driehoek N°. 1 van het IIᵉ geval, § 103, door den pool-driehoek en § 102 op te lossen, zoo heeft men, achtereenvolgens van de gegevene hoeken de supplementen nemende: $\angle$ A = 73° 20' en dus FE = 180° — 73° 20' = 106° 40'. Even zoo vindt men: DF = 117° 10' en DE = 121° 20'. Van den driehoek DEF zijn nu de drie zijden bekend, en vindt men dus bijv. $\angle$ E volgens § 102 aldus:

$$\begin{aligned}\mathrm{FE} &= 106°\,40'\ \textit{comp.log.sin.}\ 0{,}0186392\\ \mathrm{DE} &= 121.20\quad \text{»}\quad \text{»}\quad \text{»}\quad 0{,}0684626\\ \mathrm{DF} &= \underline{117.10}\\ \textit{som} &= 345°\,10'\\ 2)&\overline{}\\ &\ 172°\,35'\\ \tfrac{1}{2}\,\textit{som} - \mathrm{EF} &= \ 65.55\ \textit{log. sinus}\ .\ 9{,}9604484\\ \tfrac{1}{2}\ \text{»}\ - \mathrm{DE} &= \ 51.15\quad \text{»}\quad \text{»}\ .\ .\ \underline{9{,}8920303}\\ &\qquad\qquad\qquad\qquad\quad 19{,}9395805\\ &\qquad\qquad\qquad\qquad 2)\overline{}\\ &\qquad\qquad\qquad\qquad\quad 9{,}9697903\ \textit{log. sin.}\ \text{van } 68°\,53' = \tfrac{1}{2}\angle \mathrm{E}\\ &\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad \text{dus } \angle \mathrm{E} = 137.46.\end{aligned}$$

Brengt men deze waarde voor den $\angle$ E van den driehoek DEF weder in den driehoek ABC over, zoo heeft men AC = 180° — $\angle$ E = 180° — 137° 46' = 42° 14'. Door op gelijke wijze de hoeken F en D te berekenen en daarvan de supplementen te nemen, krijgt men de grootte van de zijden AB en BC, zoo als die bereids in § 103 zijn gevonden.

§ 109. Uit hetgeen wij betrekkelijk de bolvormige driehoeken hebben aangevoerd, is het gemakkelijk op te maken, dat hunne berekening niet moeijelijk is. Voor de regthoekige driehoeken leerden wij den bekenden klootschen vijfhoek kennen, en daarbij tevens opmerken, dat elke der zijden van dien vijfhoek naauwe betrekking heeft met de zijden en hoeken van den driehoek, en als het ware op den driehoek kan worden overgebragt, en omgekeerd. De regel voor het stomp of scherp zijn van de hoeken of zijden laat zich mede gemakkelijk in het geheugen brengen. In de scheefhoekige driehoeken hebben wij zes gevallen doen kennen, die, des verkiezende door het toepassen van den pool-driehoek, zich dadelijk tot op de helft of drie gevallen laten herleiden. Met uitzondering der twee eerste gevallen, worden de overige vier, na het trekken van eenen loodregten boog, door de regthoekige driehoeken opgelost.

§ 110. Wij zullen, bij wijze van oefening en tot herhaling van het aangevoerde betrekkelijk de bolvormige driehoeken, de volgende vragen den leerling als tot onderzoek en ter beantwoording voorstellen.

1. Wat is een bolvormige of klootsche driehoek?
2. Zijn alle driehoeken op bollen, ook bolvormige of klootsche driehoeken?
3. Wanneer heeten zij regthoekige klootsche driehoeken?
4. Wat verstaat men door den klootschen vijfhoek, en hoe beschrijft men dien?
5. Welke zijn de twee grondregelen des vijfhoeks?
6. Hoeveel termen moeten, buiten den regten hoek, in elken regthoekigen klootschen driehoek gegeven zijn, om al de overige te kunnen berekenen?
7. Tot hoeveel gevallen zouden de regthoekige driehoeken gebragt kunnen worden?
8. Stel, bekend de grondzijde met den aanliggenden scheeven hoek, — de grondzijde met de schuinsche zijde, — de twee regthoekszijden, enz., tot alle gevallen toe, en geef dan voor elk geval de grondregelen voor de onbekenden in den vijfhoek, verder overgebragt in den driehoek en eindelijk, zoo noodig, omgezet, om den onbekenden als vierden term der evenredigheid te hebben.
9. Is dat omzetten van de termen, om de onbekende als laatste term te hebben eigenlijk wel noodig, en hoe zoude men den onbekenden term kunnen vinden, als die niet de laatste term in de evenredigheid was?
10. Hoe bepaalt men het scherp of stomp zijn der termen, en hoe deswege te handelen, als men daaromtrent onzeker is?
11. Zijn bij de scheefhoekige driehoeken ook steeds de overstaande hoeken en zijden gelijksoortig?
12. Hoe moet in het algemeen den loodregten boog getrokken worden, als men door zulke bogen en dus door de regelen der regthoekige driehoeken de bolvormige scheefhoekige driehoeken wil berekenen?
13. Hoeveel gevallen heeft men bij de scheefhoekige driehoeken?
14. Tot hoe veel verschillende opgaven van scheefhoekige driehoeken geeft elk geval aanleiding?
15. Welke zijn de regelen ter oplossing van elk der gevallen?

16. Welk gevolg heeft de toepassing van den pool-driehoek op de gevallen der scheefhoekige driehoeken?
17. Verklaar de laatst voorgaande vraag eens door figuren voor verschillende gevallen?
18. Welke zijn de formulen of regelen, welke wij in § 100 hebben doen kennen, en welk nut kunnen zij hebben in de oplossing der scheefhoekige driehoeken?

§ 111. De volgende voorbeelden kunnen dienen tot nadere oefening in de berekening der scheefhoekige bolvormige driehoeken.

1. Van een' klootschen driehoek zijn bekend: de zijden $AC = 80^\circ 4'$, $AB = 56^\circ 38'$ en $BC = 91^\circ 4'$; *vrage* de hoeken? *Antw.* $\angle A = 97^\circ 56'$, $\angle B = 77^\circ 22'$ en $\angle C = 55^\circ 50'$.
2. Bekend gegeven $\angle A = 80^\circ 10'$, $\angle B = 73^\circ 11'$ en $\angle C = 93^\circ 4'$; *vrage* de zijden? *Antw.* $AB = 90^\circ 15'$, $AC = 73^\circ 27'$ en $BC = 80^\circ 39'$.
3. Bekend $AC = 66^\circ 5'$, $\angle A = 104^\circ 4'$ en $AB = 61^\circ 12'$; *vrage* de onbekende termen? *Antw.* De $\angle B = 62^\circ 28'$, $BC = 89^\circ 58'$ en $\angle C = 58^\circ 13'$.
4. Bekend $\angle B = 103^\circ 7'$, $\angle C = 104^\circ 12'$ en $BC = 69^\circ 33'$; *vrage* als voren? *Antw.* $AC = 108^\circ 24'$, $\angle A = 74^\circ 5'$ en $AB = 109^\circ 10'$.
5. Er is gegeven $AC = 79^\circ 40'$, $\angle A = 43^\circ 11'$ en $BC = 62^\circ 3'$; *vrage* $\angle B$, AB en $\angle C$? *Antw.* $\angle B = 49^\circ 39'$ of $130^\circ 21'$, $AB = 25^\circ 18'$ of $126^\circ 38'$ en $\angle C = 19^\circ 20'$ of $141^\circ 33'$.
6. Gegeven $AC = 100^\circ 10'$, $AB = 129^\circ 14'$ en $BC = 124^\circ 13''$; komt $\angle A = 152^\circ 8'$, $\angle C = 154^\circ 2'$ en $\angle B = 146^\circ 11'$.
7. Bekend $\angle A = 31^\circ 12'$, $\angle B = 77^\circ 5'$ en $\angle C = 92^\circ 4'$; komt $AB = 72^\circ 6'$, $AC = 68^\circ 9'$ en $BC = 29^\circ 33'$.
8. Gegeven de zijden $AB = 41^\circ 33' 12''$, $BC = 30^\circ 2'$ en $\angle A = 10^\circ 14'$; komt $\angle C = 166^\circ 22' 55''$ of $13^\circ 37' 5''$, $AC = 70^\circ 25' 42''$ of $11^\circ 46' 2''$ en $\angle B = 160^\circ 27' 44''$ of $4^\circ 9' 4''$.
9. Is bekend gegeven $\angle A = 51^\circ 20'$, $AC = 39^\circ 30'$ en $\angle B = 35^\circ 14$; *vrage* de onbekende termen? *Antw.* $BC = 59^\circ 25'$ of $120^\circ 35'$, $\angle C = 155^\circ 49'$ of $116^\circ 16'$ en $AB = 153^\circ 8'$ of $81^\circ 22'$.
10. Bekend $AC = 99^\circ 3'$, $AB = 23^\circ 14'$ en $\angle C = 15^\circ 17'$; *vrage* de hoeken B en A en de zijde BC? *Antw.* $\angle B = 41^\circ 17' 29''$ of $138^\circ 42' 31''$, $BC = 117^\circ 15' 12''$ of $81^\circ 29' 56''$ en $\angle A = 143^\circ 33' 24''$ of $41^\circ 21' 58''$.
11. Gegeven de $\angle A = 86^\circ 4'$, $\angle C = 50^\circ 4'$ en $BC = 99^\circ 4'$; komt $AB = 49^\circ 22' 34''$, $\angle B = 106^\circ 41' 21''$ en $AC = 108^\circ 31' 58''$.
12. Van een' driehoek is gegeven $\angle A = 103^\circ 12' 0''$, $AC = 64^\circ 7'$ en $AB = 61^\circ 4'$; komt $\angle B = 61^\circ 12' 17''$, $BC = 88^\circ 12' 4''$ en $\angle C = 58^\circ 28' 56''$.
13. Van een' bolvormigen driehoek ABC is gegeven $AC = 90^\circ$, $AB = 90^\circ$ en $BC = 90^\circ$; *vrage* de hoeken? *Antw.* . . . .
14. Gegeven $AC = 90^\circ$, $\angle C = 33^\circ 12' 1''$ en $BC = 90^\circ$; *vrage* de onbekende termen van den driehoek? *Antw.* $AB = 33^\circ 12' 1''$, $\angle A = 90^\circ$ en $\angle B = 90^\circ$.
15. Van een' klootschen driehoek ABC is gegeven de zijde $AC = 90^\circ$, $\angle C = 80^\circ 10'$ en $\angle B = 81^\circ 12'$; *vrage* als voren? *Antw.* $\angle A = 153^\circ 36' 37''$, $AB = 85^\circ 35' 41''$ en $BC = 153^\circ 16' 16''$.

TWEEDE BOEK.

OVER DE CIRKELS OP EN OM DE AARDE, DE ZEEKAARTEN, SCHUINSCHE KOERSREKENING, ENZ.

EERSTE AFDEELING.

Over de Aarde, hare omwentelings beweging en verdeeling.

§ 112. Het groote ligchaam, dat wij bewonen, en *aarde* heeten, is een bijna ronde bol. Wij overtuigen ons van deze rondheid door op te merken, dat de schaduw der aarde, bij eene maansverduistering, als op de maan afgebeeld, rond is; verder, dat men zich, in gelijke rigting bewegende, bijv., steeds westwaarts voortzeilende, de aarde kan rondzeilen; als ook, dat men van de verafgelegene voorwerpen eerst de bovenste deelen, en naarmate men nadert, ook de lagere deelen ziet.

§ 113. De aarde wentelt steeds in eene rigting, altijd als om twee punten, van het westen naar het oosten. Het is even, alsof de aardbol in die twee punten gevat is, en hij steeds als om deze wentelt. Deze twee punten, die hunne bestendige plaats op de aarde behouden, worden *aspunten* of *polen der aarde* genoemd, en de lijn, welke wij ons kunnen voorstellen, tusschen deze twee punten gelegen te zijn, en dus door het midden der aarde gaat, heet *as der aarde*.

§ 114. Stellen wij, dat de aarde weleer uit eene meer vloeibare stof heeft bestaan. Zoo lang wij deze in dien staat als in eenen toestand van rust beschouwen, moet zij de gedaante van eenen volmaakten bol aannemen. Veronderstellen wij echter dien bol in eene omwentelings-beweging, zoo moet op het midden de vermeerderende middelpuntvliedende kracht de zwaarte- of aantrekkingskracht verminderen; de geheele bol, dien wij tot hiertoe als een volmaakt rond aannamen, krijgt daardoor aan de beide aspunten eene eenigzins platte gedaante, en er wordt, als het ware, door de omwenteling, een iets afgeplat ligchaam geboren, dat men *Spheroïde* noemt. Het is de aarde, die eene zoodanige gedaante heeft, en dus als eene *spheroïde* kan worden aangemerkt. Het mindere van de as, die door de *polen* gaat, in betrekking tot die door den equator, wordt *afplatting der aarde* genoemd.

§ 115. Laat PBpAP, fig. 3, pl. II, den aardbol voorstellen; P en p zijn de twee punten, waarom de aarde bestendig ronddraait; P zullen wij het *noorder aspunt* of *noordpool* en p het *zuider aspunt* of *zuidpool* noemen, en Pp is dus de as der aarde.

De *equator* QGIq is een onbepaald vlak, waarvan QMq de doorsnede is. Dit vlak, regthoekig op de as Pp gesteld, deelt de aarde in twee deelen, waarvan het eene QGIqP het *noorder-* en het andere QGIqp het *zuider halfrond* heet. De *equator* of *evennachtslijn*, door de zeelieden *linie* genoemd, ligt 90° van de polen verwijderd. AB,

CD, EF, enz. zijn cirkels, evenwijdig of parallel aan de linie, zij worden veelal eenvoudig *parallellen* genoemd. Als men de bogen Bq, AQ, qF en QE nagenoeg gelijk aan $23\frac{1}{2}°$ stelt, zoo wordt, indien P de noordpool is, AB de *noorder-* of *kreefts-*, en EF de *zuider-* of *steenboks-keerkring* genoemd. Alle cirkels PAp, PGp, PIp, enz. of cirkel-vlakken, die door beide polen gaan, worden *meridiaan-vlakken*, of ook eenvoudig *meridianen* of *middagcirkels* genoemd. — Het is duidelijk, dat men zich een oneindig aantal parallel-cirkels en meridianen op de aarde kan voorstellen.

§ 116. De boog of het gedeelte van eenen meridiaan, dat begrepen is tusschen eene plaats en de linie, noemt men *breedte* of ook soms *aardrijkskundige breedte van de plaats*. Van K is, als QGIq steeds de linie voorstelt, de boog KI de breedte, of ook de breedte van K is de $\angle$KMI, die gemaakt wordt door KM en het vlak van den equator QIqM. Alle plaatsen, die nu onder een' parallel, stel, bijv., CD, liggen, hebben allen gelijke breedte KI = GH, enz. Om dus eene bepaalde plaats K in ligging met die van H te onderscheiden, of te kunnen bepalen, waar zij op de aarde gelegen zijn, *is alleen de opgave der breedte niet genoegzaam;* men moet daarenboven nog de afstanden kennen, die zij van eenen of anderen bepaalden meridiaan hebben, bijv., van den meridiaan PQp. Die afstand KC of HC, voor de gestelde plaatsen K of H, wordt *aardrijkskundige lengte* genoemd; zij is gelijk aan den vlakken hoek, dien de twee meridianen vormen; voor K is de lengte de boog CK, of QI, of de hoek QPK, en als men in de meridiaan-vlakken, QPMp en PKpM loodlijnen QM en IM op het midden der as Pp oprigt, zoo is de hoek QMI mede gelijk aan de lengte van de plaats K. Alle plaatsen, die onder den meridiaan PIp gelegen zijn, hebben dus alle gelijke lengte. — Het is blijkbaar, dat de breedte noord of zuid kan zijn, en even zoo kan de ligging van eene plaats regts of links van *éénen meridiaan* zijn, dat men dan *ooster-* of *wester-lengte van dien meridiaan* noemt. Bijv.: Het punt A ligt op noorder- en K op zuider-breedte. De punten P en p hebben 90° of de grootste breedte, en alle mogelijke of geene lengte. De plaats K ligt ten aanzien van den meridiaan PGp oostwaarts, en heeft dus ten opzigte van dien meridiaan oosterlengte, de plaats C daarentegen wester-lengte. De lengte werd vroeger den geheelen cirkel rond tot 360° doorgeteld, thans wordt zij om de Oost 180° oost en om de West 180° lengte west geteld.

Daar de polen der aarde, of de punten, waarom hare omwenteling steeds met gelijke snelheid geschiedt, niet veranderen, zoo is het duidelijk, dat er slechts één cirkel om den aardbol ligt, die midden tusschen de polen om de aarde gaat, of dat er slechts *één equator* of linie is, en dus alle volken, in het tellen der breedte overeenstemmen en van éénen cirkel de breedte-telling beginnen. Niet even gelukkig is men, ten aanzien van het bepalen of vaststellen van *éénen meridiaan*, van waar alle lengten gerekend moeten worden. De Engelschen hebben te *Greenwich*, nabij *Londen*, hun Sterrekundig Observatorium, en het is over deze plaats, dat zij dien meridiaan, *eerste meridiaan* genoemd, stellen. Onze vroegere zeelieden stelden hunnen eersten meridiaan over de *Piek van Teneriffe;* doch sedert 1826 tellen wij met de *Engel-*

sche, *Amerikaansche*, *Noordsche* en *Russische zeelieden* van den meridiaan van *Greenwich*. De *Franschen* stellen den eersten meridiaan over hun sterrekundig observatorium te *Parijs* en de *Spanjaarden* over *Cadix*.

§ 117. Het is eene eenvoudige zaak om eene gegevene lengte van eenigen meridiaan gerekend tot dien van eenen anderen te herleiden. Stel, dat PQp een' meridiaan, en dat CK de lengte van K, gelijk 120° oost is, en men deze lengte tot den meridiaan PGp wilde herleiden, zoo is het uit de figuur blijkbaar, dat men de gegevene lengte met de lengte van den meridiaan PGp moet verminderen. Stel, dat PQp de meridiaan van de *Piek van Teneriffe* en PGp die van *Greenwich* was, liggende ruim 16° 40′ O. van de Piek, zoo heeft men:

lengte van K = CK = 120° 0′ *oost van de Piek*,
» » *Greenwich* = CH = 16. 40 » » » »

dus ligt K = HK = 103° 20′ *oost van Greenwich* of op 103° 20′ *oosterlengte van Greenwich*, of van den meridiaan PGp.

Laat PIp den meridiaan van *Greenwich* voorstellen, en PGp dien van *Cadix*, liggende nagenoeg 6° 18′ west; als nu eene plaats 60° 4′ west van *Cadix* ligt, op welke lengte zal zij dan liggen, als men volgens *Greenwich* rekent?

De plaats ligt op 60° 4′ *west van Cadix*,
Cadix weder op 6. 18 » » *Greenwich*,
dus ligt de plaats 66° 22′ » » »

De breedte en lengte van de merkwaardigste punten en plaatsen der aarde zijn voor elk van belang; want het is door deze gegevens, dat men de juiste ligging van de plaatsen op den aardbol bepalen kan. In tafel XLIII der *Verzameling van Tafelen* zijn deze, voor zoo veel mogelijk, uit de beste bronnen, bijeen verzameld en opgegeven, en ook telkens daarbij in de tafel aangeteekend, of de plaatsen op N. of Z. breedte, en O. of W. lengte gelegen zijn.

§ 118. Laat in fig. 4 APqpQ de aardbol, P en p de polen en Qq den equator voorstellen. Indien wij Pp de as der aarde, als onbepaald verlengd aannemen, zoo stellen wij deze onbepaalde lijn voor door P′p′, die alsdan de *as des hemels* genoemd wordt; even zoo is Qq een vlak, gaande regthoekig door Pp en M het midden der aarde; ook dit vlak wordt verondersteld onbepaald te zijn verlengd, en geeft ons dan in Q′q′ den *equator des Hemels*. Veronderstel, dat A een gegeven punt zij op de aarde, zoo stelt men door dit punt A en het middenpunt M der aarde eene onbepaalde lijn TMV. Deze lijn wordt de *toppunts-* en *voetpuntslijn* genoemd. Verder heet T het *toppunt* of *zenith* en V het *voetpunt* of *nadir* van het in A op de aarde veronderstelde punt. Laat $z\,n$ de doorsnede van een onbepaald vlak zijn, dat de aarde in slechts een punt A aanraakt, en dus loodregt op TV staat; dit vlak wordt *schijnbare horizon* van het punt A genoemd. Stelt men een dergelijk onbepaald vlak ZN door het middelpunt M der aarde, gaande evenwijdig aan het genoemde vlak, of loodregt door de gezegde lijn TV, zoo heeft men een onbepaald vlak, dat door ZN wordt voorgesteld, zijnde de *ware horizon van* A of van eenen waarnemer, dien men in A kan veronderstellen.

§ 119. Een persoon in A op de aarde zijnde, ziet zijnen schijnbaren horizon $z\,n$ als een onbepaald cirkelvlak om zich heen; deze, zoowel als de ware horizon, wordt in 32 deelen, *streken* genoemd, verdeeld. (§ 44.) Is P′ de noordpool, zoo is N het noorden, en het daarover liggende punt Z het zuiden des horizons, en juist regts en links heeft men, met het gezigt naar het noorden gekeerd, het *oosten* en *westen* of die twee punten des horizons, die men *oost* en *west* noemt. Door deze vier punten wordt zoowel de schijnbare als ware horizon in vier deelen verdeeld, die elk weder de navolgende onderdeelen hebben, als:

Noord (of bij verkorting)	*N.*	*Oost*	*Zuid*	*West*
Noord ten Oosten	N. t. O.	O. t. Z.	Z. t. W.	W. t. N.
Noord Noord Oost	N. N. O.	O. Z. O.	Z. Z. W.	W. N. W.
Noord Oost ten Noorden	N.O.t.N.	Z.O.t.O.	Z.W.t.Z.	N.W.t.W.
Noord Oost	N. O.	Z. O.	Z. W.	N. W.
Noord Oost ten Oosten	N.O.t.O.	Z.O.t.Z.	Z.W.t.W.	N.W.t.N.
Oost Noord Oost	O. N. O.	Z. Z. O.	W.Z.W.	N.N.W.
Oost ten Noorden	O. t. N.	Z. t. O.	W. t. Z.	N. t W.

Prins MAURITS was, zoo wij meenen, de eerste, die ook de graadverdeeling op den horizon, als zijnde tevens een cirkelvlak, toepaste. Elke streek bevat dus het $\frac{1}{32}$ deel van den omtrek of van 360°, en dit geeft voor de grootte van 1 streek 11° 15′. Ligt nu een voorwerp in de eerste streek van het N. naar het oosten van ons, zoo zegt men, dat het 11° 15′ beoosten het N. ligt, of, zoo als de zeelieden wel eens gewoon zijn te zeggen, in het N. 11° 15′ oost of in het N. t. O.

Elk quadrant, of vierde gedeelte, van den aldus in 32 deelen verdeelden horizon, heeft mitsdien 8 streken. Zegt men derhalve: een voorwerp ligt, bijv., in het N.O.t.N., zoo ligt dit 3 streken of ook 33° 45′ oostelijk van het N. Op die wijze hebben de acht streken tusschen het noorden en oosten de navolgende grootte, als:

N.	de 0 streek		=	0° 0′
N. t. O.	» 1	»	=	11. 15
N. N. O.	» 2	»	=	22. 30
N. O. t. N.	» 3	»	=	33. 45
N. O.	» 4	»	=	45. 0
N. O. t. O.	» 5	»	=	56. 15
O. N. O.	» 6	»	=	67. 30
O. t. N.	» 7	»	=	78. 45
O.	» 8	»	=	90. 0.

Met de drie andere quadranten, gelegen tusschen het O. en het Z., het Z. en het W. en het W. en het N. heeft hetzelfde plaats.

§ 120. Alle rigtingen op den horizon worden naar de opgegevene verdeeling bepaald. (¹). Daar men echter in de toepassing ten deze

(¹) De Spaansche zeelieden maken in hunne opgaven gewag van streken van het 1e, 2e, 3e en 4e quadrant. Van het N. naar het O. is het *eerste quadrant*, enz. Willen zij nu het O. Z. O. uitdrukken, zoo zeggen zij: 2. 6, dat is: de 6e *streek van het* 2e *quadrant*, enz.

A. LIVINGSTON stelde, volgens J. PURDY, voor, den horizon in plaats van in 32 in 40 streken te verdeelen, waardoor elke streek gelijk 9° zoude zijn.

somtijds eenig verschil zoude vermeenen aan te treffen, zoo zullen wij kortelijk, dit vooral voor den zeeman belangrijke onderwerp, met een paar woorden nader toelichten. Stel, fig. 5, dat N., O., Z. en W., de hoofd-afdeelingen des horizons voorstellen, en dat BC het N. O. en BA het Z. W. te kennen geeft. Als nu A en C twee plaatsen zijn, zoo ligt C in het N. O. van A, en A in het Z. W. van C. Zeilt men van C naar A, zoo is de rigting, die het schip in dat geval houdt, Z. W.; terwijl die van A naar C Noord O. zoude zijn. Beweegt zich een stroom van water van A naar C, zoo zegt men, dat die stroom N. O. loopt. Deze rigtingen dragen dus de namen der streken, *naar welke zij liggen of zich bewegen.* Maar met de bewegingen van den wind heeft het tegenovergestelde plaats, en draagt deze den naam van de streek, *van waar hij komt;* als de wind zich van C naar A beweegt, zoo is hij N. O.; gaat hij van A naar C, zoo is de wind Z. W. De benamingen van wind en stroom zijn dus, ofschoon zich in gelijke rigting bewegende, tegenovergesteld in benaming; N. Oostelijke stroom is dus een stroom, die *naar* het N. O. loopt, een N. Oostelijke wind een wind, die *van* het N. O. komt. Ook de rigting van de golven zouden wij als die van eenen water-stroom opgeven.

§ 121. De boog AQ, figⁿ. 3 en 4, of ∠ QMA fig. 4, is de breedte van de plaats A (§ 116) en gelijk de boog Q'T; hetgeen aanleiding geeft, dat men zegt: *de breedte van eene plaats is gelijk aan den afstand van haar toppunt tot den equator.*

Ook heeft men:

$$\begin{array}{rl} Q'P' = TN = 90^\circ, & \text{hiervan} \\ \underline{\text{af } TP' = TP',} & \text{geeft tot} \\ \text{rest } Q'T = P'N. & \end{array}$$

Gevolgelijk is ook de breedte van eenige plaats gelijk aan de hoogte van de pool boven den horizon van die plaats; van daar, dat men ook dikwerf voor breedte van eene plaats *poolshoogte van die plaats* zegt.

Koers en Verheid.

§ 122. Als de zeeman zich met zijn schip van eenig punt tot een ander punt beweegt, dan heeft hij op twee zeer belangrijke zaken te letten, namelijk: *ten eerste*, op de rigting, waarin hij zich beweegt, en *ten tweede* op de grootte van den weg, dien hij aflegt. De zeeman noemt den hoek, welke gemaakt wordt door de lijn zijner rigting en die der N. en Z. streek of meridiaan, van waar hij afvoer: *koershoek* of *koers.* Stel, fig. 5, dat de lijn NZ een gedeelte voorstelt van eenen meridiaan, en dat de zeeman zich van B naar C beweegt of bewogen heeft, zoo is de ∠ NBC de *koershoek;* heeft men zich van B naar A begeven, zoo is de ∠ ABZ de koers. Men vergisse zich in deze niet door den ∠ CBO als koers aan te nemen; deze hoek is het complement van den koershoek. *De koershoek is steeds de scherpe hoek, die gemaakt wordt door den afgevaren' meridiaan en de lijn van verplaatsing of de afgelegde rigting.*

De afgelegde weg van A tot B, of van B tot A, of ook de afstand van B tot C wordt in de zeevaartkunde *verheid* genoemd. De

lengtemaat, welke men ter bepaling van afstanden en verheden op zee bezigt, zijn bij onze zeelieden *Duitsche* of *Geographische mijlen*, van 15 op 1°. (¹)

Tot het *bepalen* of *meten van den koers en de verheid* heeft de zeeman twee zeer belangrijke werktuigen, namelijk voor den koers het *kompas* en voor de verheid de *log;* beide instrumenten zullen wij in het vervolg van dit werk bij de behandeling der zeevaartkundige werktuigen nader doen kennen.

TWEEDE AFDEELING.

Over de Zeekaarten.

§ 123. Eene afteekening van een gedeelte der aarde wordt *kaart* genoemd. Stellen ons de kaarten eene landstreek met wegen, steden en verdere merkwaardigheden voor, zoo noemt men deze *landkaarten;* is daarop meer bepaaldelijk de strekking en bijzonderheden der kusten, de klippen, banken, de diepten van het water, de loop der stroomen, enz., aangeteekend, zoo worden zij *zeekaarten* geheeten.

Was de aarde een plat vlak, dan zoude het in teekening brengen, van een gedeelte van hare oppervlakte, op eene verkleinde schaal, geene zwarigheid opleveren. Het is echter het bolvormige der aarde, dat hier het moeijelijke oplevert, en gemakkelijk doet bevatten, dat globen alleen eene meer juiste voorstelling van de oppervlakte des aardbols kunnen daarstellen.

§ 124. De meridianen, welke men over de aarde stellen of denken kan, komen in de polen te zamen (§ 115). Stel, om ons hier te bepalen, dat PEQ, fig. 6, een gedeelte van de ronde oppervlakte der aarde voorstelt; dat P de pool, EQ een gedeelte van den equator en PE, PC, PD en PQ meridianen zijn, en AB eenen gezeilden koers van A naar B te kennen geeft. Indien nu AB of de koers N. west is, zoo kan men aannemen, dat de lijn AB elken meridiaan onder gelijken hoek doorsnijdt, dat is, elke hoek PAF, PFG, PGB, enz., moet, in dit geval, 4 streken of 45° groot zijn; te dien einde moet in elk punt der verheid, die lijn AB, naar de pool voortgaande, zich iets meer naar de polen neigen. Deze koerslijn AB heeft dus eene dubbele buiging, namelijk eene op den bol en eene andere, die eene gestadige neiging of kromming naar de polen is. Door deze koerslijn, *kromstreek* of *loxodrome* genoemd, te verlengen, beschrijft men eene lijn, die onophoudelijk tot de polen nadert, zonder echter immer daarin te kunnen vallen; want zij moet met de meridianen steeds gelijke hoeken maken, en viel zij eindelijk in de pool, zoo zoude de koers of de rigting van de lijn AB alsdan juist noord zijn; iets dat tegen het gestelde van eenen hoek van 45° zoude strijden.

Het zoude voor den zeeman eene hoogst moeijelijke zaak zijn, de koersen door de gezegde kromstreken voor te stellen. Volgens het aangevoerde blijkt het, dat alle koerslijnen, die niet in de rigting der

(¹) Zie, ten aanzien van eenige in gebruik zijnde zeemijlen, Tafel L der *Verzameling.*

meridianen vallen, deze allen onder gelijke hoeken moeten doorsnijden. Om nu de koerslijnen gemakkelijk te kunnen trekken, stellen de zeelieden hunne te houdene of gezeilde koersen voor door regte lijnen, en tevens, om ook aan het tweede punt te voldoen, worden de meridianen door evenwijdige lijnen voorgesteld, en men heeft derhalve: *om de koerslijnen door regte lijnen te kunnen voorstellen, moeten alle meridianen op de kaarten evenwijdig loopen, of als zoodanig aangenomen kunnen worden.*

§ 125. De graden of deelen van breedte worden steeds op de meridianen geteld. Daar wij nu de aarde als een' volmaakten bol beschouwen, en mitsdien hier op hare afplatting geen acht geven, zoo kunnen wij, in dit opzigt, al de meridianen met den equator als even groote cirkels aannemen, en waaruit dan volgt, dat de graden van breedte overal even groot zijn.

De graden van lengte worden op den equator of op de parallellen geteld. Stelt QPq, fig. 7, het eene halfrond der aarde, P de pool, $QDqQ$ den equator en ECBE een parallel voor, liggende op de breedte van $Bq = EQ$, dan zijn EB en Qq de middellijnen en AB en Mq de stralen of radiën van de cirkels ECBE en $QDqQ$. Het verschil van lengte van de plaatsen B en C wordt door den boog BC of Dq voorgesteld. Elke graad van eenen cirkel is wel is waar $\frac{1}{360}$ deel van den geheelen omtrek, doch alle omtrekken zijn op den bol niet even groot; de equator en de meridianen zijn groote, al de parallellen daarentegen kleine cirkels (§ 89). Het zal nu wel gemakkelijk begrepen kunnen worden, dat BC en Dq in graden uitgedrukt gelijk zijn, en in grootte overeenstemmen met den hoek DPq of den hoek $DMPq$; doch dat BC in wezentlijke grootte kleiner is dan Dq, en dat de afstand tusschen de meridianen DCP en qBP of BC steeds kleiner zal worden, naarmate die boog verder van den equator verwijderd is, of meer nabij de polen komt.

In de Meetkunde wordt geleerd, dat de cirkels tot elkander staan als hunne middellijnen, of ook, dat de evenmatige deelen van deze nog steeds in evenredigheid zijn, en dit geeft:

$$\textit{cirkel}\ ECBE : \textit{cirkel}\ QDqQ = BC : Dq = EB : Qq \text{ of } AB : Mq \quad \ldots \quad (1).$$

Beschouwt men den omtrek der aarde als een' cirkel, zoo wordt Mq de *radius*, en AB is dan de *sinus* van den boog PB of de *cosinus* van Bq, of ook de lijn AB is de *cosinus van de breedte;* dit een en ander in de evenredigheid N°. 1 gesteld, geeft ons:

$$BC : Dq = \textit{cos.}\ Bq : \textit{rad.} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2).$$

of ook, daar $\textit{cos.}\ a : \textit{rad.} = \textit{rad.} : \textit{sec.}\ a$ is (§ 70),

$$\text{heeft men: } BC : Dq = \textit{rad.} : \textit{sec.}\ Bq \quad \ldots\ldots\ldots \quad (3).$$

Stellen wij, dat BC een gedeelte is van den parallel, bijv. $= 1°$ of $1' = P$, en $Dq = 1°$ of $1' = L$, en noemen wij de breedte van de parallel of Bq, *br.;* zoo hebben wij voor deze evenredigheden:

$$\left.\begin{aligned} P : L &= \textit{cos. br.} : \textit{rad.} \\ \text{of } P : L &= \textit{rad.} : \textit{sec. br.} \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (4).$$

Neemt men $\textit{rad.} = 1$ en zondert men P af, zoo heeft men $P = L \times \textit{cos. br.}$ of ook $P = \dfrac{L}{\textit{sec. br.}}$.

De graden van lengte verkleinen dus als de cosin^n. der breedten.

De gegevene vergelijkingen geven nog aanleiding tot de volgende formulen, als: $L = P : \textit{cos. br.}$ en $\textit{cos. br.} = P : L$.

De eerste dezer vergelijkingen zegt ons in woorden: *de graad, of eenig gedeelte van lengte op eenigen parallel of op breedte br., is in grootte gelijk aan den graad van den equator vermenigvuldigd met de cos. der breedte, of gelijk den gemelden graad gedeeld door de secans der breedte.* Is men, bijv., op 60° breedte, zoo heeft men:

$$P : L = \textit{rad.} : \textit{sec.}\ 60°$$

of $P : L = 1 : 2$, en dus is op deze breedte 1° van den parallel, of 1° lengte op de breedte van 60°, gelijk de helft van een' graad onder den equator of op 0° breedte.

§ 126. Stel, dat de parallel BC of de plaatsen B en C op 20° breedte liggen, en zij 1° 30′ in lengte verschillen; zoo is, wel is waar, $\angle DPq = 1°\,30'$ en dus, als deelen van den omtrek eens cirkels $BC = Dq$, doch in dadelijke maat of grootte is BC naar evenredigheid zoo veel kleiner dan Dq, als de *cos.* der breedte (van den parallel BC) kleiner is dan de *rad.;* de verheid BC kan dus, door n°. 4, na eene eenvoudige omzetting van eene der evenredigheden, of aldus gevonden worden:

$$R : \textit{cos. br.} = Dq : BC.$$

Deze evenredigheid op het gegevene voorbeeld toegepast, geeft:

$$\begin{aligned} R : \textit{cos. br.} &= \textit{vers. lengte} : \textit{verheid}, \\ \textit{log.}\ (1°\,30' =)\ 90' &= 1{,}9542425 \\ \textit{log. cos. br.} &= \underline{9{,}9729858} \\ &\ 1{,}9272283 \text{ is de } \textit{log.} \text{ van } 84',57. \end{aligned}$$

Derhalve is BC geen 90′ verheid, maar 84′,57, of, 4′ op 1 mijl nemende 21,14 Duitsche mijl.

§ 127. Laat ABCD, fig. 8, een gedeelte van het oppervlak der aarde voorstellen; AC, EM, FL enz. zijn meridianen, die allen in de pool te zamen komen. HI, KL, MN enz. zijn gedeelten van parallellen, die, indien AB de linie is, op de breedten van EH, EK, EM enz. gelegen zijn. De lijn AN stelt eene kromstreek voor, die den koers tusschen A en N moet aanduiden. Ten einde deze lijn, volgens § 124, door eene regte lijn *an* voor te stellen, moet men de meridianen EK, FL, enz., allen onderling evenwijdig stellen, zoo als bij *ac*, *em*, *fl* enz. gedaan is, en de evenwijdigheid dezer lijnen geeft dan aanleiding, dat de koerslijn *an* eene regte lijn kan zijn. In beide figuren zijn dan de hoeken, onder welke de koerslijnen de meridianen doorsnijden, even groote hoeken. De graden van lengte worden in de kaart ABDC van de linie zoowel naar de noord- als zuidpool allengskens kleiner, in de kaart *abdc* blijven en zijn zij, door het evenwijdig stellen der meridianen, allen even groot; *zij behooren echter te verkleinen, en worden dus de deelen der lengten, door dat evenwijdig stellen der meridianen, gestadig meer en meer te groot gesteld.* Opdat deze ongelijkheid geen' invloed hebbe op den afstand der deelen, vergroot men op elken parallel de deelen van breedte even zoo veel, als de graad van lengte aldaar te groot is genomen. Wij zeggen *in gelijke reden als de graden van* *lengte naar de polen moesten verkleinen* (§ 125), *worden deze, door de evenwijdigheid der meridianen, van punt tot punt, inderdaad te groot genomen; het is dan ook om die reden, dat men de graden van breedte van de linie af in die zelfde verhouding vergroot, en hierdoor bewaart men dus, in deze soort van kaarten, eene gelijke rede tusschen de graden van lengte en breedte.*

Uit de evenredigheid N°. 4 (§ 125) heeft men:

$$\mathrm{L} = \frac{\mathrm{P} \times sec.\ br.}{rad.} = \mathrm{P} \times \frac{sec.\ br.}{rad.}.$$

Op *br.* breedte is dus, door $\mathrm{P} = \mathrm{L}$ te nemen, een n^{de} deel van den parallel met $\frac{sec.\ br.}{rad.}$ vermenigvuldigd. Om derhalve op *br.* breedte een gedeelte, stel 1°, in gelijke rede te vergrooten, als men den graad van lengte, door het evenwijdig stellen der meridianen, aldaar vergroot heeft, zoo moet men dit deel, ook met $\frac{sec.\ br.}{rad.}$ vermenigvuldigen. Wordt 1′ van een' parallel of van den equator als *éénheid* aangenomen, zoo zal elke minuut van breedte of van den meridiaan achtereenvolgens voorgesteld worden door:

$$1' \times \frac{sec.\ br.}{rad.}$$

$1' \times \frac{sec.\ br'.}{rad.}$ enz., en stelt men den radius gelijk 1, door

$$1' \times sec.\ br. = sec.\ br.,$$
$$sec.\ br'.,\ \text{enz.}$$

Het is nu in de verklaarde wijze van de meridianen te stellen, en de breedte te vergrooten, dat het wezen der zeekaarten gelegen is, die *ronde kaarten* genoemd worden, en wel omdat de rede, die er op eenen ronden bol tusschen de graden van breedte en lengte bestaat, bewaard blijft, en men dus in hare zamenstelling op de rondheid der aarde acht geeft. Het denkbeeld dezer soort van zeekaarten zijn wij aan den vlaamschen aardrijkskundige G. MERCATOR verschuldigd; een Engelsch geleerde, S. WRICHT, heeft echter het eerst de theorie daarvan doen kennen.

Op de ronde kaarten zijn, zoo als gezegd is, de breedte deelen naar de polen gestadig vergrootend; dat aanleiding geeft, dat men die kaarten naar MERCATOR's methode ook dikwerf *wassende kaarten* noemt.

§ 128. Het is duidelijk, dat, wil men de vergrootende breedten voor eenige graden bepalen, men het hierboven gezegde voor eenen boog voor 1′ niet op eenen boog voor 1° op gelijke wijze kan toepassen. Op eene ronde kaart moet ontegenzeggelijk elke graad van breedte gelijk zijn aan hare grootte op den bol, vermenigvuldigd met de secans der breedte; maar al dadelijk is dan de vraag, welke breedte moet men nemen, het begin of het einde van dien graad, om de sec. daar voor te bepalen? Het antwoord op deze vraag is: men verdeele den graad van breedte in kleine deelen, en bepale achtervolgens voor die deelen de vergrootende deelen, en stelle op die wijze de vergrooting van elken graad van breedte daar.

§ 129. Om nu eene ronde zeekaart te maken, trekke men op noorder-breedte beneden en op zuider-breedte boven aan het papier eene lijn AB, fig. 9, pl. 2, en deelt deze in, of stelt op haar, zoo veel deelen, als de kaart, die men wil maken, graden van lengte moet bevatten; deze graden worden verder naar de grootte van de graden in onderdeelen verdeeld. De lijnen EI, FK, GL, enz., zijn onbepaalde loodlijnen, in bepaalde punten der lengte-schaal AB opgerigt; zij stellen de meridianen voor, die men op de kaart wil brengen. Stellen wij, dat AB tot in minuten verdeeld is, zoo zijn deze minuten, de lengte-minuten, hoe ver ook van de linie gelegen, allen gelijk aan de minuten van den equator; zij zijn dus zooveel grooter genomen, als de parallel AB van de linie gelegen is, en wel in betrekking als de radius tot de cosinus van de breedte des parallels, de eerste minuut in AC moet dus in gelijke mate vergrooten, als de minuut lengte aldaar te groot genomen is. Stel, dat de lijn AB op eene zekere breedte B, bijv., op 51° 50′ N. breedte gelegen is, zoo moet 1′ breedte met $\frac{sec.\ \mathrm{B}}{\mathrm{R}}$ vermenigvuldigd worden, en dus is 1′ breedte op deze breedte x deelen van den equator of van de lijn AB, die gelijke deelen daarmede heeft, en men heeft dan:

$$x = 1 \times \frac{sec.\ \mathrm{B}}{\mathrm{R}} = 1 \times \frac{161825}{100000}\ \text{nagenoeg} = 1{,}62.$$

Om dus in de schalen der breedten of in AC en BD de eerste minuut breedte uit te zetten, neme men 1′,62 van de schaal der lengte, en dit deel maakt de eerste min. breedte of die van 51° 50′ op 50° 51′. Om de min. breedte te hebben van 51° 51′ op 51° 52′ gaat men op gelijke wijze voort, en op die wijze vervolgende wordt de schaal geheel voltooid. Bij de bereiking der punten C en D, of de breedte tot welke zich de kaart moet uitstrekken, wordt de lijn CD getrokken, en heeft men dan het net, zoo als men dit noemt, van de kaart gereed, en in AB en CD de *lengte-* en in AC en BD de *breedte-schalen.*

De verschillende punten voor de breedte-schalen op de beschrevene wijze bepaald hebbende, stelt men, om de zooveel minuten of graden, als de meridianen EI, FK, enz., gesteld zijn, ook de parallellen NO, PQ, enz. Vervolgens legt men de voornaamste punten, welke men in de kaart wenscht te brengen, naar de breedte en lengte in de kaart en voltooit dan verder de strekking der kusten, en verdere details, die men verkiest, dat in haar gevonden zullen worden. Is eene kaart zeer beperkt en bevat zij slechts weinige details van zaken en punten of andere voorwerpen, aldaar ter plaatse voorkomend, zoo noemt men die kaart *klein van bestek;* daarentegen is eene kaart, die alles uitvoerig, tot in de kleinste bijzonderheden doet kennen, *groot van bestek.* Bij groote kaarten worden de vergrootende deelen der breedte van 10 tot 10′ of voor nog kleinere deelen bepaald. In ons kaartje hebben wij de meridianen en parallellen om de 3° getrokken; het strekt zich uit van 51° tot ruim 57° N. breedte en van 3° west tot 10° oost. De vergrootende deelen zijn door tafel VI bepaald, en naar aanleiding van het aangevoerde met deelen van AB in AC en BD uitgezet.

§ 130. Even zoo als men een klein gedeelte van eenen zeer grooten cirkel kan aannemen als eene regte lijn, neemt men ook somtijds een klein gedeelte van den aardbol aan als een plat vlak. De kaarten, die zulk plat vlak voorstellen, worden *platte kaarten* genoemd; hare graden van breedte en lengte zijn overal even groot en onderling gelijk. Het is gemakkelijk in te zien, dat deze soort van kaarten, dan alleen geoorloofd zijn, als de oppervlakte, die men wil voorstellen, eene reede, haven of ander klein gedeelte des aardbols te kennen moet geven. Ook zeer nabij de linie zijn de graden van breedte en lengte op den aardbol weinig verschillend, en derhalve de platte kaarten van die streken weinig of niet van de ronde kaarten onderscheiden en mitsdien aldaar geoorloofd. Om eene zoodanige kaart te ontwerpen, deelt men AB, fig. 9, pl. II, in zoo vele deelen, als men verkiest, dat de kaart lengte-deelen zal bevatten. De graden van breedte worden met die der lengte gelijk genomen, en vervolgens in AC en BD, de schalen der breedten, uitgezet.

Voor een klein gedeelte van de oppervlakte der aarde kan men zonder zwarigheid de graden van breedte allen onderling gelijkstellen, en dien graad van breedte dan gelijk nemen aan de grootte van den graad van breedte, die men voor de kaart als de gemiddelde kan aannemen. Is men bevreesd voor nog te veel afwijking, zoo kan men de kaart in eenige stukken of horizontale strooken verdeelen, en voor elk van deze den gemiddelden graad van breedte berekenen, en met deze dan de geheele kaart zamenstellen.

DERDE AFDEELING.

Over de vergrootende of Meridiaansdeelen en de Koers- en Verheidsrekening.

§ 131. In § 129 hebben wij, naar § 127, de vergrootende breedte voor 1′ berekend. Tafel VI der *Verzameling* bevat die vergrootende meridiaansdeelen tot in tiende deelen van minuten. In die tafel zijn deze vergrootende deelen aldus berekend:

$$rad. : sec.\ B = 10\ (\textit{ééne min. in } 10^{de}\ \textit{deelen}) : x\ (\textit{verg. deelen}).$$

Neemt men nu de breedte of B = 1′ of 2′, 3′, enz., minuten, en gaat men op die wijze voort, zoo krijgt men voor de 2e, 3e, enz., minuut de vergrootende deelen; men telt vervolgens die deelen voor de 1ste, 2de, 3de, enz., minuut te zamen, en de som geeft achtereenvolgens de vergrootende deelen voor 1′, voor 2′, 3′, enz., minuten van breedte. Op die wijze verkrijgt men 2318,0 als vergrootende deelen voor 36° breedte. Om deze berekening nog verder voort te zetten, neemt men de natuurlijke secanten der breedten van 36° 1′, 36° 2′, enz., waarvan de 5 achterste cijfers als decimalen afgesneden worden, en vermeerdert hiermede het reeds voor 36° gevondene getal.

$$Rad. : sec.\ 36°\ 1' = 1 : x$$
$$100000 : 123632 = 1 : x\ (= 1{,}23632)$$
$$R. : sec.\ 36°\ 2' = 1 : x\ (= 1{,}23659)$$
$$x \text{ voor } 36°\ 3' = 1{,}23685 \text{ enz.}$$

2318, 0 zijn de vergrootende deelen voor 36° 0′
1,24
2319,24 » » » » » 36.1
1,24
2320,48 » » » » » 36.2
1,24
2321,72 » » » » » 36.3, enz.

Wil men nu, door deze tafel, de vergrootte deelen, bijv., van 52 op 53° bepalen, zoo heeft men volgens de tafel:

vergrootte deelen voor 53° = 3763′,8
» » » 52 = 3665,2
98′,6.

Door de formulen, § 125, heeft men:

$$R. : sec.\ 52°\ 30' = 1°\ (\textit{of } 600\ \textit{tiende deelen van min}^n.) : x$$
$$log.\ 600 = 2{,}7781513$$
$$log\ sec.\ 52°\ 30' = 10{,}2155529$$
$$2{,}9937042\ log. \text{ van } 98',56.$$

De grootte van den graad van breedte van 52 op 53° is voor de ronde kaart dus 98′,56 van den equator, zijnde dit de grootte van *cd*, fig. 9, pl. II, uitgedrukt in minuten van de schaal AB. Door eene eenvoudige aftrekking wordt ook dit getal door tafel VI bepaald. (1)

Koers- en Verheidsrekening.

§ 132. Laat POS, fig. 10, een gedeelte van het oppervlak der aarde voorstellen; PO, PQ, PR en PS zijn meridianen, P de pool, OS een gedeelte van den equator, enz.; A en B zijn twee plaatsen, en AB de koerslijn tusschen deze plaatsen. Indien men nu aanneemt, dat men zich van A naar B begeeft, zoo is PAS de afgevarene en PBO de bekomene meridiaan, AL de afgevarene en BC de bekomene parallel, en hoek PAI (= ∠ GIF = ∠ DFB) de koershoek. Deelen wij AB in zoo vele deeltjes, dat men de stukken AI, IF en FB als regte lijntjes kan aanmerken, en trekken wij vervolgens door al de deelpunten I, F en B de parallellen IK, FH en BC, als ook de meridianen PR, PQ, enz. De driehoekjes IKA, FGI, enz., kunnen dan zonder feil als kleine platte driehoeken aangemerkt worden; zij zijn allen gelijk en gelijkvormig, want de hoeken A, I, enz., als ook de lijntjes IA, FI en FB zijn van de gemelde regthoekige driehoekjes, volgens de stelling, gelijk.

Na deze algemeene bepaling zullen wij deze figuur doen dienen, om door haar de bekende vijf grondregels op te maken, die ons ten algemeen geleide zullen verstrekken, om de voornaamste vraagstukken der schuinsche koersrekening op te lossen.

(1) Het is onnoodig geacht deze tafel, ontworpen voor eene volkomene bolvormige aarde, voor de afplatting eenige verandering te doen ondergaan; het verschil, dat hierdoor zoude kunnen ontstaan, is in de toepassing van geen belang.

1e Grondregel. *De radius staat tot de verheid, als de cos. van den koers tot de verandering noord of zuid, of veranderde breedte.*

In het driehoekje IKA is AK de veranderde breedte, de $\angle$ IAK de koers, en IA de verheid; volgens de regelen der platte driehoeksmeting heeft men:

$$rad. : IA = cos. \angle IAK : KA.$$

De lijn AB is in eenige gelijke deelen verdeeld, bijv., in drie deelen; als men nu IA en KA met het getal dezer deelen vermenigvuldigt, zoo erlangt men voor het eerste product AB en voor het tweede AC; deze termen blijven met de twee voorgaande termen der opgegevene evenredigheid nog eene welgeordende evenredigheid uitmaken, (§ 30) en geven:

$$radius : AB = cos. \angle IAK : AC, \text{ of in woorden:}$$

$$radius : verheid = cos.\ koershoek : verand.\ breedte \quad . \ . \ . \ . \ (1).$$

2e Grondregel. *De radius staat tot de minuten verheid, als de sinus van den koershoek tot de minuten afwijking oost of west.*

In den $\triangle$ IKA heeft men:

$$radius : AI = sin. \angle IAK : IK.$$

De termen AI en IK door het getal vermenigvuldigende, waarin de verheid gedeeld is, stel n, zoo geeft $n \times AI$ de geheele verheid en $n \times IK$ de geheele afwijking, of $n \times IK$ is gelijk $IK + FG + BD$; stellen wij deze som voor door A (*afwijking*), zoo wordt de vergelijking:

$$\left.\begin{array}{l} radius : AB = sin. \angle IAK : A, \text{ of} \\ radius : verheid = sin.\ koershoek : afwijking \end{array}\right\} \ . \ . \ . \ . \ . \ (2).$$

3e Grondregel. *De cosinus der middelbreedte staat tot den radius, als de minuten afwijking tot de minuten veranderde lengte.*

Het is duidelijk, dat IK kleiner is dan NA en weder grooter dan GH, even zoo is FG kleiner dan MN en grooter dan DE, enz. Verder is $IK + FG + BD = A$; welke grootheid kleiner is dan LA en weder grooter is dan BC. Om nu OS of het verschil in lengte te hebben, zoude men telkens de afwijkingen IK, FG, enz., in deelen van den equator moeten overbrengen. Daar IA zeer klein is, kan men de afwijking beschouwen, als voorgevallen te zijn op de breedte van A of op die van K, en verder door N°. 4 (§ 125) de afwijking tot lengte maken, of het deel IK in RS veranderen of door IK den boog RS bepalen. Daar evenwel de verheid AB zeldzaam eene groote uitgebreidheid bezit, herleidt men veelal de afwijking, door § 125, in eens tot veranderde lengte, of tot OS, en men veronderstelt dan, dat A een gedeelte is van eenen parallel, welke juist tusschen de parallellen BC en LA ingelegen is: welke breedte men *middelbreedte* noemt, het is de gemiddelde breedte tusschen de breedte van A en die van B; men heeft dus:

$$cos.\ middelbr. : rad. = afwijking : verand.\ lengte \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ (3).$$

4e Grondregel. *De radius staat tot de minuten der veranderde vergrootende breedte, als de tang. van den koershoek tot de minuten verand. lengte.*

In het platte driehoekje IKA heeft men volgens de regelen der platte driehoeks rekening:

$$rad. : tang. \angle IAK = AK : IK. \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ (A).$$

maar $rad. : sec.\ KS = IK : RS$ (§ 125, N°. 4)

dus $IK = \dfrac{rad. \times RS}{sec.\ KS}$; deze waarde in (A) gebragt geeft: $rad. : tang. \angle IAK = AK : \dfrac{rad. \times RS}{sec.\ KS}$; door het tweede lid dezer vergelijking te vermenigv. met $\dfrac{sec.\ KS}{rad.}$, heeft men:

$$rad. : tang. \angle IAK = \frac{AK \times sec.\ KS}{rad.} : RS, \text{ even zoo}$$

krijgt men: $rad. : tang. \angle FAH = \dfrac{KH \times sec.\ HS}{rad.} : QR$, enz.

Daar nu in deze, en ook in de evenredigheid voor OQ, al de *eerste redens* dezelfde zijn, zijn ook de overige termen in gedurige evenredigheid, en dit geeft:

$$rad. : tang. \angle BAC = \frac{AK \times sec. KS}{rad.} : RS = \frac{KH \times sec. HS}{rad.} : QR = \frac{CH \times sec CS}{rad.} : OQ. \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ (B).$$

Maar $\dfrac{AK \times sec.\ KS}{rad.} + \dfrac{KH \times sec.\ HS}{rad.} + \dfrac{CH \times sec.\ CS}{rad.}$ is gelijk aan de verand. vergrootende breedte (§ 127) en $SR + QR + OQ =$ de veranderde lengte; dit een en ander in (B) overbrengende, heeft men, na omzetting:

$$rad. : de\ verand.\ vergr.\ breedte = tang.\ koershoek : verand.\ lengte. \ . \ (4).$$

5e Grondregel. *De radius staat tot de minuten veranderde breedte, als de tangens van den koershoek tot de minuten verandering oost of west, of afwijking.*

In den $\triangle$ IKA is:

$$radius : AK = tang. \angle IKA : IK.$$

De volgende termen dezer evenredigheid vermenigvuldigende met het getal, waarin AB gedeeld is, zoo heeft men:

$$\left.\begin{array}{l} radius : AC = tang. \angle IKA : A \text{ of} \\ radius : verand.\ br. = tang. \angle IKA : afwijking. \end{array}\right\} \ . \ . \ (5).$$

§ 133. De voorgaande § geeft ons de volgende vijf grondregelen of evenredigheden, waardoor de vraagstukken der schuinsche koersrekening opgelost kunnen worden.

N°. 1. *Rad. : verheid = cos. koershoek : veranderde br.*
» 2. *Rad. : verheid = sin. koershoek : afwijking.*
» 3. *Cos. midd. br. : rad. = afwijking : verand. lengte.*
» 4. *Rad. : verand. verg. br. = tang. koershoek : verand. lengte.*
» 5. *Rad. : verand. br. = tang. koershoek : afwijking.*

§ 134. Als men den driehoek ABC of het gedeelte BOSC, fig. 10, in de ronde kaart overbrengt, zoo verkrijgt men den driehoek ABC of den regthoek BOSC van fig. 11, en de meridianen MN, BO en CS zijn dan evenwijdig; EQ, stelt nu een gedeelte van den equator, en AF en CD gedeelten van de afgevarene en bekomene parallellen voor. Als men verder aanneemt, dat men zich van A naar B begeven heeft, of begeven moet, zoo is A het *afgevarene* en B het *bekomene punt;* AC is de *veranderde breedte*, BC de *afwijking*, ∠BAC is de *koers* van A naar B en AB de *verheid;* alle deze termen worden in graden, de verheid alleen in mijlen, bepaald. De evenredigheden N°. 1, 2, en 5, van de voorgaande §, kunnen, wanneer ABC als een gewone platte driehoek beschouwd wordt, volgens de regelen der driehoeksmeting op de gewone wijze uit dien driehoek worden afgeleid; ook BC kan als de veranderde lengte worden aangenomen, als men, in de evenredigheid daartoe dienende (N°. 4), slechts in aanmerking neemt, dat er alléén evenredigheid bestaat tusschen de vergrootende breedte en veranderde lengte, en men dus *de veranderde lengte alléén vindt door den koers en de veranderde vergrootende breedte*, en omgekeerd, *de veranderde vergrootende breedte alléén kan bepalen door de veranderde lengte en den koershoek.*

Naar een reeds zeer oud gebruik tellen de Nederlandsche zeelieden, zoo als bereids is opgemerkt, hunne verheden in Duitsche of geographische mijlen, waarvan er 15 op eenen graad gaan, en bevat dus elke mijl 4′.

§ 135. De Koersen, die men van eenig punt kan of moet houden, kunnen zijn: 1°. in de rigting van den meridiaan; 2°. in die van den parallel; en 3°. tusschen den meridiaan en den parallel in. De berekening, waardoor men door eenige gegevens als van koers en verheid, enz., de bekomene breedte en lengte, enz., vindt, wordt die der *zeilaadjes* of *schuinsche koers- en verheids-rekening* genoemd.

1°. *Zeilaadjes noord of zuid.*

§ 136. Laat EQ, fig. 12, een gedeelte van den equator en BC een gedeelte van eenen meridiaan voorstellen. Stellen wij nu, dat men zich in eenig punt van dezen meridiaan, bijv., in A bevindt, dan is AD de afgevarene breedte; nemen wij aan, dat men van A naar B gezeild is, zoo is het duidelijk, dat de bekomene breedte BD = AD + AB is, of, dat men bij de afgevarene breedte AD moet optellen de veranderde breedte AB, om de bekomene breedte BD te erlangen. Zeilt men in tegendeel van B naar A, zoo is de bekomene breedte AD = BD − AB. Zeilt men van A naar C, zoo is CD = AC − AD, en in dit geval moet men de afgevarene breedte aftrekken van de veranderde breedte. De ontwikkeling der volgende voorbeelden zullen deze eenvoudige vraagstukken over de zeilaadjes N. en Z. nader doen kennen.

1e *Voorb.* Indien men van A, liggende op 33° 14′ N. breedte, $18\frac{3}{4}$ mijl regt noord was gezeild, stel tot in B; zoo vraagt men naar de breedte van dit punt B? *Antw.* De bekomene N. breedte is 34° 29′.

De boog AB, een gedeelte van eenen grooten cirkel, is nu in mijlen bekend; *als men de mijlen door* 15 *deelt, krijgt men graden, of met* 4 *vermenigvuldigt, zoo erlangt men minuten*, en daar elke mijl vier minuten groot is, *zoo deelt men de minuten door* 4, *om deze tot Duitsche mijlen te herleiden.* Bijvoorb.:

15 | $18\frac{3}{4}$ mijl | 1° 15′. Of $18\frac{3}{4}$ mijl
15 4
$3\frac{3}{4}$ verm. 75′ = 1° 15′ verand. breedte N. = AB
met 4 33. 14 afgevarene breedte = AD
geeft 15′ dus is 34° 29′ de bekomene N. breedte
van het punt B = BD.

2e. *Voorb.* Van het punt B, liggende op 34° 31′ N. breedte, wordt zuid gezeild 28 mijlen; men vraagt de bekomene breedte? *Antw.* Men is gekomen op 32° 39′ N. breedte.

28 Mijlen vermenigvuldigd
met 4
geeft 112′ = 1° 52′ verand. breedte Z. = BA
34. 31 afg. N. breedte = BD
32° 39′ de bekomene N. breedte = AD.

3e *Voorb.* Van 3° 12′N. breedte wordt 83 mijlen om de Z. gezeild; vrage de bekomene breedte? *Antw.* 2° 20′ Z. breedte.

Afgev. breedte AD = 3° 12′ N.
verand. 83 mijlen AC = 5. 32 Z.
dus de bekomene breedte DC = 2° 20′ Z.

Het valt gemakkelijk op te merken, dat men, in dit voorb., op Z. breedte is gekomen, want men is van N. breedte meer tot de linie genaderd, dan men aanvankelijk van haar verwijderd was.

4e. *Voorb.* Twee plaatsen hebben gelijke lengte, de eene heeft 3° 14′ N. breedte en de andere 2° 10′ breedte; vrage hoeveel Duitsche mijlen, als ook hoeveel Engelsche mijlen, van 60 op éénen graad, die plaatsen van elkander zijn gelegen?

1°. Indien men de breedten van beide plaatsen als gelijknamig aanneemt, zoo heeft men, deze A en B noemende:

breedte van A = 3° 14′ N.
» » B = 2. 10 N.

dus het verschil in breedte = 1° 4′ = 64′, gelijk aan 64 Engelsche mijlen, of, door 4 gedeeld, gelijk 16 Duitsche mijlen.

2°. Bij ongelijknamige breedten heeft men:

breedte van A = 3° 14′ N.
» » B = 2. 10 Z.

derhalve het verschil in breedte = 5° 24′ = 324′, en dus is de afstand 324 Engelsche mijlen of 81 Duitsche mijlen.

5e *Voorb.* Van 40° 4′ N. breedte wordt $25\frac{1}{2}$ mijl om de noord gezeild; men vraagt op welke breedte men gekomen is? *Antw.* Op 41° 46′ N. breedte.

15 | $25\frac{1}{2}$ | 1° 42′. Afgev. N. breedte 40° 4′
$10\frac{1}{2}$ verand. noord 1. 42
4 dus is de bek. N. breedte 41° 46′.
42

6ᵉ *Voorb.* Van 45° 10′ N. breedte en 17° 40′ lengte west wordt gezeild $7\frac{1}{4}$ mijl regt zuid. *Vrage* het bestek? *Antw.* Men is gekomen op 44° 41′ N. br. en 17° 40′ lengte west.

7ᵉ *Voorb.* Van 2° 19′ Z. breedte en 39° 40′ lengte W. wordt gezeild, eerst regt noord $58\frac{1}{2}$ mijl en daarna weder $7\frac{1}{8}$ mijl om de zuid. *Vrage* als voren? *Antw.* Men is gekomen op 1° 6′ 30″ N. breedte en 39° 40′ lengte west.

8ᵉ. *Voorb.* Als men van 5° 6′ N. breedte en 6° W. lengte zeilt zuid $76\frac{1}{2}$ mijl. *Vrage* als voren? *Antw.* Men is gekomen onder de linie.

9ᵉ. *Voorb.* Welke is de koers en verheid, om van 62° 17′ N. breedte en 18° lengte west te komen op 53° 40′ N. breedte en dezelfde lengte? *Antw.* De koers zal zijn zuid en de verheid $129\frac{1}{4}$ mijl.

10ᵉ *Voorb.* Twee plaatsen liggen onder denzelfden meridiaan; A op 4° 2′ N. breedte en B op 1° 59′ Z. breedte; men vraagt den koers en de verheid van A naar B? *Antw.* De koers is regt zuid en de verheid $90\frac{1}{4}$ mijl.

2°. *Zeilingen Oost of West.*

§ 137. Als men oost of west zeilt, blijft men steeds onder denzelfden parallel of op gelijke breedte, en verandert men alsdan niet in breedte maar alleen in lengte; dewijl de graden van lengte naar de polen kleiner worden, kan men deze niet, als bij de voorgaande zeilaadje, noord of zuid, op gelijke wijze tot mijlen maken. In § 125 hebben wij doen zien, hoe men verheid oost en west, afwijking P, of een gedeelte van een parallel tot verschil lengte herleidt, of omgekeerd, hoe men veranderde lengte, of eenig verschil in lengte of L tot verheid brengt; ten dien aanzien heeft men, volgens gezegde §:

1°. Om afwijking of verheid tot verschil in lengte te brengen.

Verschil lengte of L = *verheid* : *cos. br.* = *verheid* × *sec. br.*

2°. Om eenig lengte-verschil tot verheid of afwijking te brengen.

Verheid of P = L × *cos. br.* = L : *sec. br.*

Om door de afgevarene en veranderde lengte de bekomene lengte te verkrijgen, handelt men gelijkvormig met het verklaarde der zeilaadjes noord of zuid (§ 136).

Stel, dat MN, fig. 13, een gedeelte zij van den eersten meridiaan, DE de parallel, waarop de verheid of afwijking plaats heeft. Als men nu van C naar F zeilt, zoo is: GC de afgevarene, CF de veranderde lengte en GF de bekomene lengte, die gelijk GC + CF is. Zeilt men van F naar C, zoo is de bekomene lengte GC = GF − CF. Wordt er van F naar A gezeild, zoo is de bekomene lengte alsdan gelijk AG = AF − GF, enz.

§ 138. De volgende voorbeelden kunnen ten leidraad strekken, hoe in deze te handelen.

1ᵉ *Voorb.* Op 33° 14′ N. of Z. breedte wordt regt O. gezeild 13 mijlen; men vraagt: hoeveel men op den gemelden parallel in lengte veranderd zal zijn? *Antw.* 1° 2′ 12′.

Onder de linie, of *nul* breedte, zoude men (13 mijlen =) 52′ in

lengte veranderd zijn, op 33° 14′ breedte is die verandering in lengte grooter, en heeft men, volgens § 137:

Log. L = *log. verh.* + *log. sec. br.*
log. 52 = 1,7160033
log. sec. 33° 14′ = 10,0775623
1,7935656 is de *log.* van 62′,2;

dus is 13 mijlen, op 33° 14′ breedte, = 62′,2 = 1° 2′ 12″ lengte.

2ᵉ *Voorb.* Als men op 33° 14′ breedte 1° 2′ 12″ veranderde lengte heeft; zoo vraagt men: hoeveel deze boog in mijlen bedraagt, waarvan men onder de linie stelt, dat er 15 op éénen graad gaan? *Antw.* 13 mijlen.

De verand. lengte 1° 2′ 12″ = 62′,2 en verder door § 137 heeft men:

Log. verh. = *log.* L − *log. sec. br.*
log. 62′,2 = 1,7937904
log. sec. 33° 14′ = 10,0775623
1,7162281 *log.* van 52′,0; derhalve

maakt 62′,2 lengte, op 33° 14′ breedte, 52′ of 13 mijlen verheid.

3ᵉ *Voorb.* Op 71° breedte wordt $17\frac{1}{2}$ mijl regt oost gezeild; *vrage* hoeveel graden lengte dit maakt? *Antw.* 3° 35′.

Log. ($17\frac{1}{2}$ M. of) 70′ = 1,8450980
log. sec. 71° = 10,4873581
2,3324561 is de *log.* van 215′ =

3° 35′ = de veranderde lengte.

Uit het laatste voorbeeld blijkt, dat $17\frac{1}{2}$ mijl, op den parallel van 71° breedte, 3° 35′ veranderde lengte geeft.

Wij hebben tot hier toe de veranderde lengte of verheid, ook afwijking genoemd, steeds onmiddellijk berekend, in de meeste gevallen is dit onnoodig. Tafel VIII der *Verzameling* bevat voor vele parallellen en verheden deze lengte-veranderingen. De oplossing van het laatste vraagstuk kan hier te dien aanzien tot voorbeeld strekken. In de hoofden der Tafel vindt men de *breedten*, in de eerste kolom de *verheden* of *afwijkingen* en in de overige kolommen de veranderde *lengten*. In de Tafel vindt men onder 71° breedte naast 70′ afwijking 215′ als verschil in lengte, en omgekeerd, vindt men dat 215′ lengte-verschil op 71° breedte 70′ afwijking is.

4ᵉ *Voorb.* Twee plaatsen C en F, zijn beide gelegen op de breedte van 33° 15′; C ligt op 33° 44′ ooster lengte en F 23 mijlen oostelijker; men vraagt de lengte van F? *Antw.* De plaats F is gelegen op 35° 34′ ooster lengte.

In de Tafel wordt de breedte van 33° 15′ niet gevonden; van daar, dat men als op het oog eene tusschenvoeging bewerkt, en hierdoor de getallen, zonder veel omslag, gemakkelijk door de Tafel bepaalt.

Voor 90′ afw. heeft men, na 0′,3 te hebben bijgevoegd, 107′,6
» 2 » » » 2,4
dus 92′ geeft voor lengte . . . . 110′,0;
derhalve de verand. lengte gelijk 110′,0 = 1° 50′.

Afgev. lengte van C = 33° 44′
veranderde lengte CF = 1. 50
derhalve is de lengte van F = 35° 34′ oost.

5e *Voorb.* Van 13° 14′ lengte O. wordt, op 71°19′ breedte, $17\frac{3}{4}$ mijl regt west gezeild; *vrage* naar de bekomene lengte? *Antw.* De ooster lengte 9° 32′ 24″.

In de Tafel vindt men alweder geene kolom voor 71° 19′ breedte; men neme dus eenen rekenkunstigen middenterm voor 71′ afwijking.

71′ Afw. geeft 221′,6 lengte = 3° 41′ 36″ W.
afgevarene lengte = 13. 14. 00 O.
dus is de bekomene lengte = 9° 32′ 24″ oost.

6e *Voorb.* Van 159° 23′ ooster lengte wordt, op 63° breedte, 83 mijlen regt oost gezeild; *vrage* als voren? *Antw.* De lengte is 171° 34′.

Op 63° breedte heeft men:
voor 80 M. als verand. lengte 176,2 M.
» 3 » » » » 6,6
182,8
4
60 | 731′,2 | 12° 11′ verand. lengte O.
159. 23 afgev. » O.
en dus de bekomene ooster lengte = 171° 34′.

7e *Voorb.* Twee plaatsen liggen op dezelfde breedte van 47° 30′, A op 55° 14′ en B op 56° 55′ 12″ lengte; men vraagt naar de verheid tusschen deze twee plaatsen? *Antw.* 17,1 mijl.

Lengte van A = 55° 14′ 00″
» » B = 56. 55. 12
verschil in lengte = 1° 41′ 12″ = 101′,2.

Om nu de afwijk. of verheid tusschen A en B te berekenen, heeft men:

1°. Door § 126, *rad.* : *cos.br.* = 101′,2 : x
log. 101,2 = 2,0051805
log. cos. 47° 30′ = 1,8296833
1,8348638 *log*. van 68′,37 = 17,1 mijl.

Of 2° door Tafel VIII:

onder 47°
101′,2
88,0 geeft 60′ afw.
13′,2 » 9 »
69 » op 47° breedte
68 » » 48 »
137
2)
68′,5 » » $47\frac{1}{2}$ » = 17,1 mijl.

onder 48°
101′,2
89,7 geeft 60′ afw.
11′,5 » 8 »
68′ »

Het is duidelijk, dat de tweede wijze van werken, vooral op hooge breedten, minder naauwkeurig is dan de eerste.

8e *Voorb.* Op 69° breedte verschillen twee plaatsen 16° 14′ in lengte; men vraagt hoe veel Duitsche mijlen die plaatsen van elkander zijn gelegen? *Antw.* $87\frac{1}{4}$ mijl.

Tafel VIII geeft:
16° 14′ = 974′. Onder 69° breedte heeft men:
974′
558,1 geeft 200′
415,9
279,0 » 100
136,9
111,6 » 40
25,3 » 9
349′ = $87\frac{1}{4}$ M.

9e *Voorb.* Iemand bevindt zich op 54° 25′ N. br. en 9° 30′ O. lengte en zeilt regt west $52\frac{1}{4}$ mijl. *Vrage* zijn bestek? *Antw.* Hij is gekomen op 54° 25′ N. breedte en op 3° 30′ 48″ O. lengte.

10e *Voorb.* Twee plaatsen liggen onder den parallel van 42° 50′ Z. breedte, A op 38° 40′ lengte west en B op 19° 50′ lengte W.; men vraagt hoe ver B op den gezegden parallel van A is gelegen en in welke rigting. *Antw.* Regt oost 207,2 mijl.

11e *Voorb.* Men peilt de *Noordkaap*, gelegen op 71° 10′ 15″ N. br. en 26° 0′ 30″ lengte oost, regt oost 9 mijlen van zich; men vraagt naar het bestek op dat oogenblik. *Antw.* Men is op 71° 10′ 15″ N. breedte en op 24° 9′ 0″ lengte oost.

12e *Voorb.* Iemand heeft op zekere breedte regt oost gezeild $28\frac{1}{2}$ M. en bevindt, dat hij 3° 4′ in lengte is veranderd; men vraagt op welke breedte hij dan gezeild heeft? *Antw.* Op 51° 42′ 56″ breedte.

13e *Voorb.* Van 60° 37′ N. breedte en 29° 50′ lengte O. zeilt men regt oost $31\frac{1}{2}$ M., vervolgens noord $28\frac{1}{4}$ M.; op welk bestek was men toen, en hoe veel mijlen en hoe moet men nu sturen, om weder tot den afgevarenen meridiaan terug te komen? *Antw.* Men was gekomen op 62° 30′ N. breedte en 34° 6′ 48″ O. lengte, en de koers en verheid van daar tot den afgevaren meridiaan op den parallel van 62° 30′ breedte is west 29,6 mijl.

14e *Voorb.* Men vraagt de grootte van 1 graad lengte in Duitsche mijlen op de breedte van 0°, van 23° 27′, van 50°, 60° en 66° 33′. *Antw.* Die grootten zijn 15 M., 13,77 M., 9,64 M., 7,50 M. en 5,97 M.

15e *Voorb.* Men zeilt 20 M. regt west en verandert op eenige parallel 4° 30′ in lengte; men vraagt op welke breedte men heeft gezeild? *Antw.* men heeft gezeild op 72° 45′ 53″ N. of Z. breedte.

16e *Voorb.* Men zeilt 42 M. op eenigen parallel en verandert 3° 10′ in lengte; men vraagt de breedte van den parallel? *Antw.* Men heeft gezeild op 27° 51′ N. of Z. breedte.

VIERDE AFDEELING.

Over de schuinsche Koersen en Koppelkoersen.

1°. *Schuinsche Koersen.*

§ 139. Valt de koers tusschen een' der parallellen en meridianen in, zoo zegt men eenen schuinschen koers te zeilen (§ 135). Reeds in § 134 hebben wij den driehoek ABC, fig. 10 en 11, verklaard, en het is steeds naar eene zoodanige figuur, dat men de vraagstukken der schuinsche koersen gemakkelijk oplost; MN, Fig. 11, stelt, zoo als reeds gezegd is (§ 134), een klein gedeelte van den eersten meridiaan, EQ den equator, A en B de afgevarene en bekomene plaatsen, AC de veranderde breedte en BC de veranderde lengte voor. Stel, dat men van A naar B is gezeild, zoo is het duidelijk, dat men in B op hoogere breedte en mindere lengte is dan in A, en dus heeft men: de bekomene breedte $BO = AS + AC$, en de bekomene lengte: $BD = AF - BC$. Was men van B naar A gezeild, zoo zoude men den driehoek BLA hebben, en alsdan is $AS = BO - BL$ en $AF = BD + LA$.

Het valt gemakkelijk te bevatten, dat fig. 11 voor de verschillende gevallen, waarin de koers kan plaats hebben, onderscheidene wijzigingen moet ondergaan. In het gestelde geval valt de koers, A als het afgevarene punt aannemende, tusschen het N. en W.; hij kan verder vallen tusschen het N. en O., het O. en Z. en het Z. en W. Is de afgevarene breedte Z., zoo stelt men de linie boven den driehoek; zijn de afgevarene en bekomene breedten ongelijknamig, zoo loopt de linie EQ door den driehoek; even zoo kan de eerste meridiaan aan de regterzijde of door den driehoek vallen, als de afgevarene en bekomene lengte beide west of ongelijknamig zijn.

Men vraagt voor de volgende opgaven, naar aanleiding van fig. 11, de figuren te ontwerpen, als:

1. A ligt op N. breedte en W. lengte, wordt gezeild N.O.
2. A » » Z. » » O. » » » Z.Z.W.
3. A » » Z. » » W. » » » N.W.t.W.
4. A » » N. » » O. » » » Z.Z.W.
5. A » » 10° N. br. en 3° » W., en men heeft veranderd om de N. 11° 14′ en om de W. 7° 10′.

§ 140. In den verklaarden driehoek der schuinsche koersrekening kunnen, buiten den regten hoek, vijf zaken beschouwd worden; daar men nu met twee derzelve en den regten hoek steeds de drie overige kan vinden, zoo is het duidelijk, dat men hierdoor de koers- en verheidsrekening, zoo als nader zal blijken, in de volgende zes gevallen kan onderscheiden.

§ 141. 1e *Geval.* Bekend de afgevarene plaats, d. i. de breedte en lengte van het punt, van waar men afzeilt, benevens de gezeilde verheid en de koers; de bekomene breedte en lengte te vinden.

1e. *Voorb.* Van het punt A, fig. 11, of eene plaats, liggende op 52° 57′ N. breedte en 4° 40′ lengte oost van *Greenwich*, wordt gezeild N. W. t. N. 13 mijlen; men vraagt naar de bekomene breedte en lengte?

De formule N°. 1 (§ 133), op onzen driehoek toepassende, heeft men, om de veranderde breedte te vinden, den koers door K voorstellende:

rad. : *de verh.* = *cosin.* ∠K : *verand. breedte*,

log. 52′ (= 13 M.) = 1,7160033
log. cos. 33° 45′ = 9,9198464
1,6358497 *log.* van 43′,2 = 0° 43′ 12″ *verand. br.*
afgev. breedte 52. 57. 00 N.
dus is de *bek.* N. *breedte* 53° 40′ 12″.

Door N°. 2 (§ 133) vindt men de afwijking:

rad. : *de verh.* = *sin.* ∠K : *de afw.*

Log. 52′ = 1,7160033
log. sin. 33° 45′ = 9,7447390
1,4607423 *log.* van 28′,9 = 7,2 M. *afw.*

Deze oplossing geeft 43′,2 als veranderde en 53° 40′ 12″ als bekomene breedte, en 7,2 mijl wester afwijking. Het voorbeeld tot zoo ver opgelost zijnde, zegt men, dat het naar het *plat* is opgelost.

De door ons berekende veranderde breedte en afwijking kan men ook onmiddellijk uit Tafel VII der *Verzameling* nemen; voor de meeste koersen en verheden zijn deze tot 120 deelen aldaar, als in voorraad, berekend aanwezig. De koers, in het opgegevene voorbeeld, is N. W. t. N. of 3 streken, en op de 3e streek vindt men, naast 52′, als verheid, voor veranderde breedte 43′,2 en 28′,9 als afwijking, die natuurlijk met de onmiddellijk berekende getallen moeten overeenstemmen, dewijl de getallen dezer Tafel op gelijke wijze berekend zijn.

De Nederlandsche zeelieden bepalen hunne koersen veelal in streken en eenige onderdeelen derzelve; zelden in graden. Dit is de reden, dat de streektafels enkel voor streken en onderdeelen van deze, en niet voor graden berekend zijn. Door de verheid en den koers of streek kan men dus onmiddellijk uit de streektafel de veranderde breedte en afwijking vinden.

Door Tafel VII de veranderde breedte en afwijking nu bekend gekregen zijnde, schiet ons alsnu nog over de veranderde lengte te vinden.

Deze kan bepaald worden of door N°. 3 (§ 133) of door Tafel VIII.

De gemiddelde breedte tusschen de breedte van A en die van B wordt gevonden door de halve som te nemen van die twee breedten, of de *gemiddelde breedte* = (*breedte van* A + *de breedte van* B) *gedeeld door* 2; in geval namelijk de beide breedten gelijknamig zijn. Zijn de breedten van A en B ongelijknamig, zoo kan men de veranderde lengte gelijk stellen aan de afwijking, of de veranderde lengte door de vergrootende breedte berekenen.

Afgev. breedte = 52° 57′
bek. breedte = 53. 40
som = 106° 37′
2)
½ *som* = 53° 19′, de middelbreedte.

De veranderde lengte wordt dan aldus gevonden:

Cos. midd. breedte : *rad.* = *de afw.* : *de verand. lengte.*

Log. R + *log.* 28,9 = 11,4608978
log. cos. 53° 19′ = 9,7762593
1,6846385 *log.* van
48′, 4 = *de verand. lengte*,
of 48′ 24″ = *de veranderde lengte om de west*
4° 40. 0 = *afgevarene lengte oost*
dus 3° 51′ 36″ = *de bekomene lengte oost.*

In plaats van gebruik te maken van N°. 3, kan men, door Tafel VIII, door de gevondene middelbreedte van 53°, de minuten daarbij verwaarloozende, de afwijking onmiddellijk tot lengte herleiden, bij voorbeeld:

onder 53° vindt men:

naast 20′ afw. . . . . . 33′, 2 als lengte
8 » . . . . . 13, 3 » »
0,9 » . . . . . 1, 5 » »
28′,9 » afw. geeft 48′, 0 verand. lengte.

De veranderde lengte kan mede door N°. 4 (§ 133) en de vergrootende breedte gevonden worden. Bijv., Tafel VI geeft:

afgev. breedte 52° 57′ in vergroot. deelen 3758,8
bekomene breedte 53. 40 » » » 3830,8
dus de verand. vergroot. breedte = 72′,0.

Rad. : *verand. vergr. br.* = *tang.* ∠ K : *veranderde lengte*,
log. 72 = 1,8573325
log. tang. ∠ K = 9,8248926
1,6822251 *log.* van 48,11 = 0° 48′ 7″ *verand. l.* W.
afgevarene lengte = 4. 40. 0
dus de *bekomene lengte* = 3° 51′ 53″ oost.

De berekening naar het plat is, om hare mindere naauwkeurigheid, niet aan te raden, en het aangevoerde, zoowel in deze oplossing, als in de verklaring van Tafel VII der *Verzameling*, zullen wij te dien aanzien als genoegzaam beschouwen, en ons ter besparing van plaats voor meer nuttige zaken, daarmede, bij het oplossen der volgende gevallen, niet verder ophouden. De veranderde lengte hebben wij gezocht of door N°. 3 of 4 (§ 133) of ook door Tafel VIII, voor welke soort van berekeningen, voornamelijk die Tafel is ontworpen, en de breedte in haar, ook daarom *middelbreedte* genoemd wordt.

2e *Voorb.* Van 38° 14′ N. breedte en 10° 14′ lengte W. van *Greenwich* wordt gezeild Z. W. t. W., 14 mijlen. *Vrage* naar de bekomene breedte en lengte?

De koers is Z. W. t. W. of 5 streken; in Tafel VII, vindt men in de 5de streek naast 56′ verheid : 31′, 1 verand. br. en 46′,6 afwijking.

Dus verand. br. Z. = 0° 31′ 6″
afgev. breedte N. = 38. 14. 0 vergroot. deelen 2486,1
dus is de bek. N. breedte = 37° 42′ 54″ » » 2446,8
derhalve de verand. verg. br. = 39′,3.

De som der afgevarene en bek. breedte = 75° 56′ 54″
2)
dus de middelbr. = 37° 58′ 27″.

1°. Door de vergrootende breedte:

Rad. : *verschil vergr. br.* = *tang.* ∠ K : *veranderde lengte*,
log. tang. ∠ K = 10,1751074
log. 39,3 = 1,5943926
1,7695000 *log.* van 58′,8 = 0° 58′ 48″ *ver. l.*
afgevarene lengte = 10. 14. 00 W.
dus is de *bekomene lengte* = 11° 12′ 48″ W.

2°. Door de middelbreedte:

onder 38° middelbreedte heeft men:

40′ afw. geeft 50′,8 lengte
6 » » 7,6 »
0,6 » » 0,8 »
dus 46′,6 » » 59′,2 = 0° 59′ 12″ verand. lengte,

dat weinig met de reeds gevondene verschilt.

3e *Voorb.* Van 74° 5′ N. breedte en 9° 2′ lengte west, wordt gezeild N. N. O. ½ O. 18 mijlen. *Vrage* naar de bekomene breedte en lengte?

Op den koers van N. N. O. ½ O., of 2½ streek, vindt men:

voor 72′ verheid als verand. breedte 63′,5 en als afw. 33′,9.

Afgevarene breedte N. = 74° 5′ 00″ in vergr. deelen 6763,9
verand. breedte N. = 1. 3. 30
dus is de bek. breedte N. = 75° 8′ 30″ in vergr. deelen 7003,4
som der afg. en bek. br. 149° 13′ 30″, verand. verg. br. 239′,5
en dus de middelbreedte = 74° 36′ 45′.

De veranderde lengte door de vergrootende breedte te vinden:

Rad. : *verand. verg. br.* = *tang.* ∠ K : *veranderde lengte*,
log. 239,5 = 2,3793055
log. tang. K = 9,7279567
2,1072622 *log.* van 128,0 = 2° 8′ 0″ *vera. l.*
afgevarene lengte 9. 2.0 W.
dus is de *bek. W. lengte* 6° 54′ 0″.

Door Tafel VIII of de middelbreedte.

Onder 74° 36′ middelbreedte:

heeft men voor 30′ afw. als lengte 113′,0
3 » » » 11,3
0,9 » » » 3,4
127′,7 = 2° 7′ 42″ voor de veranderde lengte.

4e *Voorb.* Van 79° 48′ N. breedte en 14° 0′ lengte O. is gezeild O. t. N. ⅓ O., 23 mijlen, *vrage* als boven?

Op de 7⅓ streek heeft men:
naast 92′ verh. 12′,0 verand. br. en 91′,2 afw.

Afgevarene breedte 79° 48′ 0″ in vergr. deelen 8306,8
verand. om de N. 0. 12. 0
de bek. breedte is 80° 0′ 0″ » » » 8375,3
komt voor midd. br. 79° 54′ 0″, veran. verg. br. = 68′,5.

Door de vergrootende breedte:

Rad. : verand. vergr. breedte = tang. ∠K *: verand. lengte*,
log. 68,5 = 1,8356906
log. tang. ∠K = 10,8805709
2,7162615 *log.* van 520,3 = 8° 40′ 18″ *verand. lengte*
afgevar. lengte = 14. 0. 0
dus de *bekomene ooster lengte* = 22° 40′ 18″.

Door de middelbreedte van 79° 54′:

90′ afw. geeft 513′,2 lengte
1 » » 5,7 »
0,2 » » 1,1 »
derhalve 91′,2 » » 520′,0 = 8° 40′ verand. lengte.

Men ziet, dat de verand. lengte door de middelbreedte 18″ verschilt met die, welke men door de vergrootende breedte verkregen heeft; van daar, dat men zich op eenigzins hooge breedten, als die van 60° en daar boven, en bij groote verheden, alleen van de vergrootende breedte moet bedienen.

Wij hebben de voorgaande voorbeelden voorbedachtelijk met eenige uitvoerigheid behandeld, om daardoor bij de oplossingen van de volgende gevallen, die ook in de dadelijke toepassingen minder voorkomen, des te korter te kunnen zijn. Ook vereischen de oplossingen dier gevallen schier niet meer, dan eene omkeering van sommige deelen der berekening van het *eerste geval*.

§ 142. IIe *Geval.* De afgevarene plaats, benevens de koers en veranderde breedte, bekend zijnde; de veranderde lengte en verheid te vinden?

5e *Voorb.* Van bezuiden kaap *Lezard*, of van 49° 56′ N. breedte en 5° 10′ W. lengte van *Greenwich*, wordt gezeild Z. W. t. Z. tot op 45° 58′ N. breedte; men vraagt de gezeilde verheid en bekomene lengte.

In den meergemelden driehoek (§ 139, fig. 11) heeft men nu den koershoek K, benevens de veranderde breedte bekend.

Oplossing door de vergrootende breedte:

Afgevarene breedte 49° 56′ in vergr. deelen 3468′,3
bekomene breedte 45. 58 » » » 3112,7
veranderde breedte 3° 58′ = 238′ of 355′,6.

Rad. : verand. vergr. br. = tang. ∠K *: verand. lengte*, n°. 4, (§ 133).
Log. 355′,6 = 2,5509618
log. tang. ∠K = 9,8248926
2,3758544 *log.* van 237′,6 = 3° 57′ 36″ *verand. lengte*
afgevarene lengte = 5. 10. 00 W.
dus is de *bekomene W. lengte* = 9° 7′ 36″.

Cos. ∠K *: de verand. breedte = rad. : de verheid* (§ 133),
log. 238′ = 12,3765770
log. cos. ∠K = 9,9198464
2,4567306 *log. van* 286′,2 = 71,6 *mijl verheid.*

Wil men dit voorb. door de Tafelen VII en VIII berekenen, zoo moet men door de veranderde breedte en den koers, door Taf. VII, de verheid en afw. bepalen, en brengt men verder, door de middelbreedte en Taf. VIII, de afwijking tot lengte.

Het bleek, dat de veranderde breedte, in dit voorb., 238′ was, voor deze wordt nu in eens of achtereenvolgens, op de gezeilde streek, zijnde de 3e, in Taf. VII, de verheid en afwijking bepaald. Bijvoorb.:

238′,0 verand. breedte
99,8 » » geeft 120′ verheid en 66′,7 afwijking
138′,2
99,8 » » » 120 » » 66,7 »
38′,4 » » » 46 » » 25,6 »
dus de verheid = 286′ = 71,5 M. en 159′,0 de afwijking.

Voor de middelbreedte vindt men nagenoeg 48°, en onder deze door Taf. VIII 100′ afw. 149′,4
50 » 74,7
9 » 13,5
237′,6 = 3° 57′ 36″ = de verand. lengte als boven.

6e *Voorb.* Stel, men bevindt zich in de *Noordzee*, op 52° 50′ N. br. en naar gissing op 4° 16′ lengte beoosten *Greenwich;* van daar peilt men het vuur van *Kijkduin* in het O.N.O. De vraag is nu: of de lengte, die men veronderstelt te hebben, goed is, alsmede hoe ver dat vuur zich op het oogenblik van de peiling van den waarnemer bevond?

Stel de breedte en lengte van het gemelde vuur (zie Taf. XLIII der *Verzameling*) 52° 57′ 5″ N. breedte en 4° 43′ 37″ ooster lengte. Men beschouwt nu, dat men van de laatst opgegevene breedte en lengte, of van *Kijkduin*, zeilen wil naar de plaats van waar de waarneming geschied is, met den koers van W. Z. W., zijnde de streek over de peiling, zoo heeft men:

Afgev. breedte 52° 57′ 5″ vergrootende deelen 3758,8
de andere breedte 52. 50. 0 » » 3747,2
verand. breedte 0° 7′ 5″ = 7′,1 » » 11,6.

Rad. : veranderde verg. breedte = tang. ∠K *: veranderde lengte*,
log. 11,6 = 1,0644580
log. tang. ∠K = 10,3827757
1,4472337 *log.* van 28 = 0° 28′ 00″ *verand. lengte*,
lengte van *Kijkduin* = 4. 43. 37
de ware lengte van de plaats der peiling was 4° 15′ 37″
de veronderstelde lengte 4. 16. 00
dus was men, naar de gissing, te oostelijk . 0° 0′ 23″, of het bestek was 23″ te oostelijk.

Cos. ∠ K : *verand. breedte* = *rad.* : *verheid*,
log. 7,1 = 10,8512583
log. cos. ∠ K = 9,5828397
1,2684186 *log.* van 18′,6 = 4,7 M., zijnde de afstand, dien men had van *Kijkduin.*

§ 143. IIIe *Geval.* De afgevarene plaats met den gezeilden koers en de bekomene lengte bekend zijnde; de bekomene breedte en verheid te vinden?

7e *Voorb.* Een schip zeilt, van 39° 49′ N. breedte en 30° 4′ lengte O., N. N. O. tot 32° 14′ O. lengte; *vrage* naar de breedte en verheid?

Door het verschil in lengte bepaalt men door N°. 4, § 133, de veranderde breedte; dit is dan de *vergr. verand. breedte*, welke men toepast op de *vergr. afgevarene breedte*, en de som of het verschil opgezocht in Tafel VI, geeft de *bekomene breedte*; bijvoorbeeld:

Afgevarene lengte 30° 4′
bekomene lengte 32. 14
dus de verand. lengte = 2° 10′ = 130′ en de koers = N.N.O. = 22° 30′ = K.

N°. 4, (§ 133) *Tang.* ∠ K : *veranderde lengte* = *rad.* : *verand. vergr. br.*
Log. 130 = 12,1139434
log. tang. ∠ K = 9,6172243
2,4967191 *log.* van = 313,9
De afgevarene breedte (39° 49′) *in vergr. deelen* = 2608,4
de som = 2922,3,
zijnde de vergrootende deelen van 43° 43′ = *de bek. breedte*,
afgevarene breedte 39. 49
3° 54′ = 234′ = *de verand. br.*

Cos. ∠ K : *verand. br.* = *rad.* : *de verheid*,
log. 234 = 12,3692159
log. cos. ∠ K = 9,9656153
2,4036006 *log.* van 253′,3,
en dus de verheid 253′,3 of 63,3 mijl.

Dit geval kan niet dan bij benadering door de middelbreedte berekend worden.

De veranderde lengte bleek 130′ te zijn; deze moet men, om de vraag door de Tafelen VII en VIII op te lossen, door de middelbreedte tot afwijking maken. Daar men nu slechts alleen de afgevarene breedte bekend heeft, zoo bezigt men deze, of eene naar gissing genomene middelbreedte, om door Tafel VIII, de lengte tot de afwijking te herleiden.

In het hier gegevene voorb. kunnen wij de gegiste middelbreedte vooreerst gelijk aan 40° nemen, en men heeft dan: onder 40° breedte geeft 130′,5 lengte 100′ afwijking.

In de 2e streek bepaalt men nu met 100′ afwijking de veranderde breedte, bijvoorbeeld:

100′,0 afw.
45,9 » geeft 110′,9 verand. breedte
54′,1
45,9 » » 110′,9 » »
8′,2 » » 19,4 » »
241′,2 = 4° 1′ verand. breedte
afgevarene breedte = 39. 49
bekomene » = 43° 50′
som der afg. en bek. » = 83° 39′ en
dus de middel » = 41. 50, of omtrent = 42°.

Door deze middelbreedte, nu eenigzins nader bepaald, kan men de verand. lengte 130′ tot afwijking herleiden, en de geheele bewerking als op nieuw herhalen:

130′ verand. lengte
op 42° breedte geeft de Tafel voor 121,1 » » 90′ afw.
8′,9 » » 7 »
97′ afw.

Door deze afwijking wordt nu ook andermaal, door Tafel VII, de veranderde breedte en afwijking gevonden:

97′ afwijking
op de 2e streek geeft 45,9 » 110′,9 ver. br. en 120′ verh.
51′,1
45,9 » 110′,9 » » » 120 »
5′,2 » 12,4 » » » 13,5 »
234′,2 253′,5 of
of 3° 54′ 12″ 63,4 M.
veranderde breedte 3° 54′ verheid.
afgevarene » 39. 49
dus is de bek. » 43° 43′ N.

De oplossing door de vergrootende breedte is te verkiezen boven die door de middelbreedte, eensdeels, omdat zij naauwkeuriger is, en anderdeels om hare meerdere kortheid; op hoogere breedte, dan in het gegevene voorbeeld, zoude ook de berekening bij benadering niet zoo spoedig tot eene juiste uitkomst voeren.

Wordt de koers en afwijking gegeven, zoo vindt men door N°. 2, (§ 133) de verheid en vervolgens door N°. 1 de veranderde breedte.

§ 144. IVe *Geval.* De afgevarene plaats, alsmede de veranderde breedte en lengte gegeven zijnde; de verheid en den koers te vinden?

8e *Voorb.* Eene plaats A is gelegen op 30° 20′ N. breedte en 25° 15′ lengte O., en B op 34° 12′ N. breedte en 26° lengte O.; men vraagt den koers en de verheid van A naar B?

Afgevarene lengte = 25° 15′ en breedte 30° 20′ vergroot. deelen 1911′,5
bekomene » = 26. 0 » » 34. 12 » » 2186,0
veranderde » = 0° 45′ » » 3° 52′ = 58 mijlen 274′,5.

N°. 4. *De verand. vergr. breedte* : *rad.* = *de veranderde lengte* : *tang* $\angle$ K,

$$\begin{array}{rl} log.\ 45' = & 11,6532125 \\ log.\ 274',5 = & \underline{\ 2,4385423} \\ & 9,2146702\ log.\ tang.\ 9^\circ 19'. \end{array}$$

Daar men nu in breedte om de noord en in lengte om de oost is veranderd, zoo is dus de koers tusschen het noorden en oosten, en wel 9° 19′ beoosten het noorden; zijnde nagenoeg N. $\frac{7}{8}$ O.

De koers kan mede gevonden worden, door het getal, dat men steeds in de hoofden der streektafel vindt. Dit getal, dat tot gemak in het opzoeken door iets grooter cijfers wordt voorgesteld, is, zoo als uit de verklaring der Tafels blijkt, de natuurlijke tangens van den koershoek. Om dan nu door dit getal den koers, in dit geval, te bepalen, heeft men slechts de veranderde lengte door de veranderde vergr. breedte te deelen, en door de uitkomst of het voornoemde getal vindt men, door Tafel VII, den koers, bijvoorbeeld:

274,5 | 45 | 0,164; dit getal

komt het naast bij dat van den $0\frac{7}{8}$ streek, en dus volgens deze ook de koers N. $\frac{7}{8}$ O.

Voor de verheid heeft men:

cos. $\angle$ K : *de verand. br.* = *rad.* : *de verheid*,

$$\begin{array}{rl} log.\ 58 = & 11,7634280 \\ log.\ cos.\ \angle K = & \underline{\ 9,9942330} \\ & 1,7691950\ log.\ \text{van } 58,8\ \text{mijl} = de\ verheid. \end{array}$$

Om dit voorbeeld door de middelbreedte op te lossen, bepaalt men eerst de middelbreedte; deze is nagenoeg gelijk aan 32°, en dit geeft verder:

onder 32° middelbreedte is 45′ lengte

35,4	»	. . . . .	30′ afw.
9′,6	»	. . . . .	8 »

dus is de afw. 38′.

Deelt men deze afw., door de verand. breedte, zoo verkrijgt men op nieuw door het getal 0,164 $0\frac{7}{8}$ streek als koers.

Heeft men eenmaal den koers of de streek bepaald, zoo ziet men onder die streek, welke verheid naast de verand. breedte of afwijking gevonden wordt. Daar men nu zeldzaam de opgegevene verand. breedte en afwijking volkomen naast elkander vindt, zoo neemt men steeds de grootste van die twee en die verheid, als de gezochte aan, welke men naast deze vindt.

In ons voorbeeld vindt men naast 58 mijlen verand. breedte 59 mijlen als verheid, dat weder nagenoeg met de gevondene verheid overeenstemt.

Had men, in plaats van de verand. breedte en lengte, de verand. breedte en afwijking bekend, zoo zoude men, door N°. 3 (§ 133), de veranderde lengte, door N°. 5 den koers en vervolgens, door N°. 1, de verheid kunnen vinden. Men kan ook, door de veranderde breedte en afwijking, door Tafel VII, den koers en de verheid bepalen, en vervolgens door de middelbreedte de afwijking tot lengte herleiden.

§ 145. V^e *Geval.* Buiten de lengte en breedte van de afgevarene plaats, de bekomene breedte en verheid bekend zijnde; de veranderde lengte en den koers te vinden?

9^e *Voorb.* Van eene plaats, gelegen op 30° 40′ N. breedte en 15° 2′ lengte west, wordt met eenen oostelijken koers gezeild: 50,5 mijl, tot dat men zich op 33° 5′ N. breedte bevindt; men vraagt de bekomene lengte, benevens den gezeilden koers?

Oplossing door de vergrootende breedte.

Afgevarene breedte		30° 40′	in vergrootende deelen	1934,7
bekomene	»	33. 05	» » »	2105,5
veranderde	»	2° 25′ = 36,25 M.		170′,8

De verheid : *de rad.* = *de verand. breedte* : *de cos.* $\angle$ K, (N°. 1 § 133)

$$\begin{array}{rl} log.\ 36,25 = & 11,5593080 \\ »\ \ 50,\ 5 = & \underline{\ 1,7032914} \\ & 9,8560166\ \text{is de } log.\ \text{van } 44^\circ 8'. \end{array}$$

Dewijl, naar de opgave, de koers oostelijk en de veranderde breedte noordelijk is, zoo valt dus de koers tusschen het N. en O., en is hij dus N. 44° 8′ O., of ruim N. O. t. N. $\frac{7}{8}$ O.

N°. 3 of 4 (§ 133) geeft aanleiding tot het berekenen der lengte.

Rad. : *de verand. vergr. br.* = *tang.* $\angle$ K : *de verand. lengte*,

$$\begin{array}{rl} log.\ tang.\ \angle K = & 9,9868596 \\ log.\ 170,8 = & \underline{2,2324879} \\ & 12,2193475\ log.\ \text{van } 165,7 \text{ en dus de } vera.\ l. = 2^\circ 45' 42'' \\ & \qquad afgevarene\ lengte = \underline{15.\ \ 2.00} \\ & \text{en derhalve de } bek.\ wester\ lengte = 12^\circ 16' 18''. \end{array}$$

Oplossing door de streektafel.

Te dien einde zoekt men in tafel VII, in de kolommen der verheid en verand. breedte, de gegevene verheid (50,5) en de verand. breedte (36,25) zoo na mogelijk bij elkander; in de $3\frac{7}{8}$ streek vindt men naast 50 verheid en 36,2 verand. breedte, de naaste, die overeenstemmen, als afwijking 34,5 M. = 138′.

Deze afwijking wordt nu door de middelbreedte, zijnde nagenoeg 32°, tot lengte herleid:

	100′	afw.	geeft	117′,9	verand. lengte
	30	»	»	35,4	»
	8	»	»	9,4	»
dus	138′	»	»	162′,7 = 2° 42′ 42″	verand. lengte,

die slechts weinig, met de reeds op eene meer naauwkeurige wijze berekende veranderde lengte, verschilt.

§ 146. VI^e *Geval.* De breedte en lengte der afgevarene plaats bekend zijnde, alsmede de gezeilde verheid en bekomene lengte; de bekomene breedte en den koers te vinden?

Dit geval kan niet door de vergrootende breedte opgelost worden en ook niet dan bij benadering door de streektafel. In hetzelve is, zoo als gezegd is, de verand. lengte en verheid bekend. Om nu het vraagstuk door tafel VII te kunnen oplossen, moet men beginnen met de verand. lengte tot afwijking te maken. Te dien einde bepaalt men, eenigzins naar gissing, eene middelbreedte, en volgens die breedte maakt men de verand. lengte tot afwijking. Met deze afwijking en de verheid wordt in tafel VII de veranderde breedte bepaald, en door deze en de afgevarene breedte de bekomene breedte berekend. Door die bekomene breedte en de afgevarene breedte kan nu eene nadere middelbreedte gevonden en door deze andermaal de verand. lengte van het vraagstuk tot afwijking herleid worden, en verder wordt dan door deze afwijking en verheid op nieuw in tafel VII de veranderde breedte en den koers gevonden, die men dan in de meeste gevallen wel als genoegzaam naauwkeurig voor de ware zal kunnen aannemen.

10° *Voorb.* Van 30° 40′ N. breedte en 15° 2′ lengte oost van *Greenwich* wordt met eenen noordelijken koers 50,5 M. gezeild, totdat men zich op 12° 16′ 24″ O. lengte bevindt; men vraagt de bekomene breedte en den gezeilden koers?

Afgev. lengte 15° 2′ 00″
bek. » 12. 16. 24
verand. » 2° 45′ 36″ = 165′,6.

Tafel VIII geeft onder 31° als gegiste midd. breedte:

165′,6 lengte
116,7 » geeft 100′ afw.
48′,9
46,7 » » 40 »
2′,2 » » 2 »
dus geeft 165′,6 lengte 142′ of 35,5 mijl afw.

De 31° middelbreedte is eene ten naastenbij gegiste, ten einde vooreerst de verand. lengte tot afwijking te kunnen maken.

In de streektafel vindt men de verkregene afw. 35,5 met de gegevene verheid 50,5, het naast bij elkander in de 4de streek, en naast deze grootheden 35,8 mijl = 2° 23′ als veranderde breedte.

Dit geeft:

afgevarene breedte = 30° 40′
verand. » = 2. 23
geg. bekom. » = 33° 3′
en dus de nadere middelbr. = 31° 52′ of 32°.

Onder 32° middelbreedte
geeft 165′,6 lengte
117,9 » 100′ voor afw.
47′,7 » 40 » »
dus is de nadere afwijk. 140′ = 35 M.

In de $3\frac{7}{8}$ streek worden deze nadere afw. van 35 mijlen en de verheid 50,5 mijl het naast overeenstemmend bij elkander gevonden. De verheid geeft aldaar als verand. br. 36,6 mijl = 2° 26′, men heeft dus:

afgevarene breedte 30° 40′ N.
verand. noord. » 2. 26 N.
derhalve is de bek. » 33° 6′ N.
en de koers is N. W. t. N. $\frac{7}{8}$ W.

Deze breedte en koers kan men als de ware aanmerken, dewijl men door de laatste breedte tot geene nadere middelbreedte zoude geraken, en dus door de veranderde lengte ook geene nadere afwijking kunnen verkrijgen.

§ 147. *Voorbeelden tot Oefening.*

1° *Voorb.* Van 10° 2′ N. breedte en 15° 3′ lengte oost wordt gezeild 18 mijlen, N. N. O. $\frac{1}{2}$ O.; *vrage* de bekomene breedte en lengte? *Antw.* De bekomene N. breedte is 11° 6′ en de ooster lengte 15° 38′.

2° *Voorb.* Welke is de koers en verheid van K. *St. Vincent* tot *Funchal* op *Madera? Antw.* De koers is 57° 47′ bewesten het zuiden of Z. W. t. W. $\frac{1}{8}$ W. en de verheid 115 mijlen.

3° *Voorb.* Van 45° N. breedte en 5° lengte oost is 35° bewesten het Z. gezeild, totdat men zich op 3° wester lengte bevond; *vrage* de breedte en verheid? *Antw.* Men is gekomen op 36° 21′ N. breedte en de verheid is geweest 158,4 mijl.

4° *Voorb.* Van 0° breedte en lengte wordt 262,8 Engelsche mijl Z. Z. O. $\frac{2}{3}$ O. gezeild; *vrage* de bekomene breedte en lengte? *Antw.* De breedte is 3° 47′ 36″ Z. en de lengte 2° 11′ 30″ oost.

5° *Voorb.* Van 49° 44′ N. breedte en 10° 30′ lengte oost wordt gezeild tot op 39° 0′ breedte en 9° lengte O.; *vrage* den gezeilden koers en de afgelegde verheid. *Antw.* De koers is 5° 41′ bewesten het zuiden of Z. $\frac{1}{2}$ W. en de verheid 161,8 mijl.

6° *Voorb.* Van 67° 3′ N. breedte en 6° 3′ lengte oost wordt met eenen N. N. O. $\frac{3}{4}$ O. koers gezeild, tot dat men zich op 68° 14′ N. breedte bevindt; *vrage* de bekomene lengte en gezeilde verheid? *Antw.* De lengte is 7° 54′ 54″ en de verheid 20,7 mijl.

7° *Voorb.* Van 0° breedte en lengte is gezeild Z. O. tot op de breedte van 4° zuid; *vrage* de lengte en verheid? *Antw.* De bekomene lengte is 4° 0′ en de verheid 84,9 mijl.

8° *Voorb.* Er wordt van 50° N. breedte en 0° lengte gezeild N. 60° west, tot dat men zich op 15° westerlengte bevindt; *vrage* de bekomene breedte, benevens de gezeilde verheid? *Antw.* De N. breedte is 55° 15′ en de verheid 157,5 mijl.

9° *Voorb.* Van 66° 4′ N. breedte en 4° 2′ lengte O. wordt N. N. O. $\frac{1}{2}$ O., $29\frac{1}{2}$ mijl gezeild; *vrage* de bekomene breedte en lengte? *Antw.* De bekomene breedte is 67° 48′ N. en de lengte 6° 24′ O.

10° *Voorb.* Van 45° N. breedte en 5° lengte O. wordt met den koers van 35° bewesten het zuiden gezeild, tot dat men 3° oosterlengte telt; *vrage* de bekomene breedte en gezeilde verheid? *Antw.* De bekomene breedte is 42° 57′ N. en de verheid 37,6 mijl.

11° *Voorb.* Van 32° 14′ Z. breedte en 35° 14′ lengte oost wordt met eenen oostelijken koers gezeild, tot dat men met 24,2 mijl verheid zich op 33° 14′ Z. breedte bevindt; men vraagt den gehouden koers, benevens de bekomene lengte? *Antw.* De gehoudene koers is 51° 42′ beoosten het zuiden of Z. O. $\frac{2}{3}$ O. en de lengte 36° 44′ 24″.

12e *Voorb.* Van 33° 47′ 48″ Z. breedte en 68° lengte oost wordt gezeild tot op 15° 55′ Z. breedte en 44° 6′ ooster lengte; men vraagt den koers en de verheid? *Antw.* De koers is 50° 20′ bewesten het N., of N. W. $\frac{1}{2}$ W. en de verheid $420\frac{1}{4}$ mijl.

13e *Voorb.* Men zeilt van 34° N. breedte en 5° 3′ W. lengte 83 mijlen, tot dat men zich op 34° 18′ N. breedte bevindt; *vrage* den oostelijk gehouden koers, benevens de bekomene lengte? *Antw.* De koers is 86° 54′ beoosten het N. en de lengte 1° 39′ 30″ O.

14e *Voorb.* Van 61° 3′ N. breedte en 12° 4′ lengte oost wordt met eenen oostelijken koers gezeild, tot dat men, met eene verheid van 50,2 mijl zich op 63° 4′ N. breedte bevindt; *vrage* den koers en de bekomene lengte? *Antw.* De koers is 52° 56′ beoosten het N. of N. O. $\frac{2}{3}$ O. en de bekomene lengte 17° 46′ O.

15e *Voorb.* Men vraagt den koers en de verheid van *Funchal* op *Madera* naar K. *St. Vincent? Antw.* . . . .

16e *Voorb.* Van 29° Z. breedte en 167° 2′ lengte oost wordt, met eenen zuidelijken koers, gezeild 29,9 mijl tot op 169° 1′ lengte O.; *vrage* de bekomene breedte en den gezeilden koers? *Antw.* De bekomene breedte is 30° Z. en de koers Z. O. t. O. $\frac{1}{3}$ O.

17e *Voorb.* Van 10° 1′ Z. breedte en 165° 3′ lengte oost wordt zuidelijk gezeild, tot dat men 54,1 mijl verheid heeft en op 162° lengte oost is; *vrage* de bekomene breedte benevens den gezeilden koers? *Antw.* De breedte is 12° 1′ Z. en de koers is Z. W. t. W.

18e *Voorb.* Van 78° 12′ N. breedte en 10° 0′ ooster lengte zeilt men noordelijk $28\frac{3}{4}$ mijl tot op 13° 24′ 18″ lengte oost. Men *vraagt:* de bekomene breedte en den gehouden koers? *Antw.* Men is gekomen op 80° 0′ 18″ N. breedte en men heeft gezeild N. t. O. $\frac{3}{4}$ O.

2°. *Over het zeilen langs een' grooten boog.*

§ 148. Het zeilen langs eenen grooten boog, zijnde een gedeelte van eenen grooten cirkel (§ 89), is een vraagstuk, dat wel reeds voorlang meer of min uitvoerig in de zeevaartkundige werken behandeld werd, maar dat echter in den tegenwoordigen tijd als op nieuw weder, en met alle regt, de aandacht tot zich heeft getrokken. (1)

Om de koerslijnen door regte lijnen te kunnen voorstellen, stelt men op de zoogenoemde ronde zeekaarten of kaarten, naar MERCATOR's projectie ontworpen, de meridianen onderling evenwijdig, terwijl de lijn van rigting of koerslijn, bijv., tusschen twee punten A en B op den aardbol, alsdan de meridianen onder gelijke hoeken doorsnijdt.

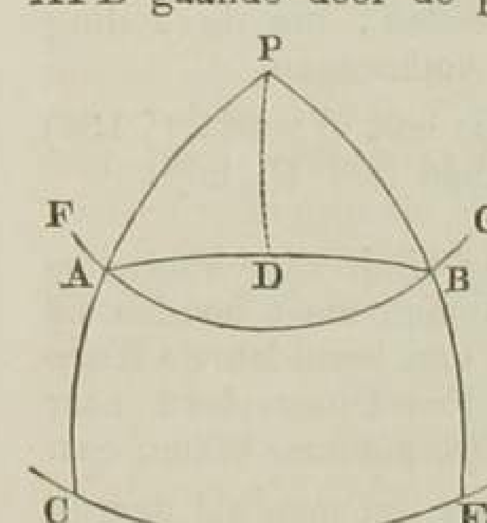
Bepaalt men naar aanleiding van MERCATOR's methode de rigting en den afstand tusschen twee punten A en B door eene lijn, welke de meridianen, tusschen A en B, onder gelijke hoeken doorsnijdt, zoo heeft men, als men die lijn op den aardbol denkt, of op eene aardglobe overbrengt, eene kromme lijn, welke, zoo als reeds is aangemerkt in § 124, kromstreek of loxodroom genoemd wordt, en die ons wel steeds

(1) Onder anderen vindt men in een Engelsch werk: *Epitome of the art of Navigation; by* JAMES ATKINSON, onder den titel *Great Circle Sailing*, bladz. 190—209 daaraan toegewijd. De eerste druk van dit werk kwam uit in 1686 en eene verbeterde in 1774.

onder eenen gelijken hoek tot een bepaald punt voert, doch die niet de *kortste afstand tusschen de twee gestelde* punten A en B is. De kortste of kleinste afstand tusschen twee plaatsen of punten A en B op den aardbol is gelegen op den grooten cirkel, welken men door die twee punten kan stellen. Deze kortste of naaste afstand wordt aangeduid door eene gebogene gezigtslijn, die men zich van A naar B, of omgekeerd kan voorstellen, hij wordt gemeten op en zijne rigting aangetoond door eene regte lijn, welke men over den aardbol of aardglobe door die punten kan veronderstellen of doen gaan; die juiste afstanden, die groote bogen komen alleen dan overeen met de gewone koerslijnen, (§ 139—§ 147), als de punten A en B onder éénen meridiaan, of beide onder de linie zijn gelegen; overigens doorsnijden zij de meridianen niet onder gelijke hoeken, maar onder hoeken, die allengskens in grootte veranderen.

Voor een klein gedeelte kan men echter de oppervlakte der aarde als een plat vlak en de meridianen als onderling evenwijdig aannemen, en zullen de koersen en verheden in dadelijke toepassing naar den loxodroom of den grooten boog berekend, weinig verschil opleveren; zijn echter de punten A en B ver, vele honderde mijlen, van elkander verwijderd, zoo moet men, bij het bepalen van den koers en de verheid tusschen de plaatsen, den grooten cirkel niet uit het oog verliezen, maar dien bepaald daarbij in aanmerking nemen en dien zoo veel mogelijk, en naar omstandigheden doenlijk, toepassen en opvolgen.

§ 149. Naar aanleiding hiervan heeft men den kleinsten afstand tusschen de punten A en B, fig. 3, pl. 11, gelegen op den parallel AB = 180°, welke men bij het oost- en westzeilen van § 137 alleen in aanmerking neemt, is niet de kleine boog AB maar de groote boog APB gaande door de pool P.



Stellen wij, dat PE en PC twee meridianen zijn, gaande door twee bepaalde punten A en B gelegen onder den parallel FG op 60° breedte, en, dat zij 40° in lengte verschillen; men vraagt hoe groot is de kortste afstand, of de afstand volgens den grooten cirkel ADB, en hoe bepaalt men de hoeken, volgens welke die cirkel bezeild kan worden; of volgens welke rigting kan men dien kortsten weg van A tot B bezeilen?

Stel ADB den grooten boog, gaande door de opgegevene punten A en B, zoo heeft men in den gelijkbeenigen bolvormigen driehoek APBD, uit de pool een' loodregten boog PD op AB stellende, twee gelijk en gelijkvormige regthoekige bolvormige driehoeken ADP en BDP, en hierin is AP = BP, gelijk aan het comp. der breedte van den parallel en de hoeken APD en BPD gelijk aan het halve verschil der lengte. Volgens de gewone regelen der klootsche driehoeksmeting, vindt men de gevraagde verheid en den koers volgens den grooten boog aldus:

1°. Den afstand volgens ADB:

Rad. : *sin.* PA = *sin.* ∠ DPA : *sin.* AD,
of *rad.* : *cos. br.* = *sin.* ½ *v. lengte* : *sin.* ½ *afstand.*
Log. cos. br. = *l. cos.* 60° = 9,6989700
log. sin. ½ *vers. lengte* = 9,5340517
9,2330217 *log. sin.* 9° 51′ = BD, en dus
de afstand ADB = 19° 42′ = 295½ D. mijl.

2°. Den ∠ PAD = ∠ PBD, of den koershoek, te bepalen.

Cot. APD : *rad.* = *cos.* AP : *cot.* DAP,
log. cot. ½ *v. lengte* : *rad.* = *sin. br.* : *cot.* DAP,
log. sin. br. = *l. sin.* 60° = 9,9375306
l. cot. ½ *v. lengte.* = *l. cot.* 20° = 10,4389341
9,4985965 *l. cot.* 72°30′ of nagen. 6½ streek.

Om dus van A naar B te zeilen, zal men, om langs een' grooten cirkel te zeilen, met den koers van 6½ streek beoosten het N. of O. N. O. ½ O. moeten beginnen; die koers zal naar evenredigheid van den weg, dien men aflegt, iets moeten vergrooten; in D of op den halven weg is de koers oost, van daar wordt hij zuidelijker en verkleint hij weder, totdat men het punt B onder den koershoek van O.Z.O. ½ O. bereikt.

Wenscht men dien ∠ PAD niet alleen onder den meridiaan PAC, maar ook bij opvolgende lengten naauwkeurig te kennen, zoo kan men in den driehoek ADP, den ∠ PDA en PD bekend hebbende, den ∠ APD achtervolgens, bijv., gelijk 2, 3, graden nemen, en zoo doende telkens in de driehoeken PAD de opvolgende grootte der hoeken PAD berekenen, en ook tevens in die driehoeken bepalen, hoeveel mijlen men onder elken hoek moet zeilen, om de zeiling zoo veel mogelijk volgens den grooten boog te volbrengen.

Berekent men ons voorstel volgens het zeilaadje oost of west, (§ 138) zoo is de koers van A naar B oost en de verheid 300 D. mijl.

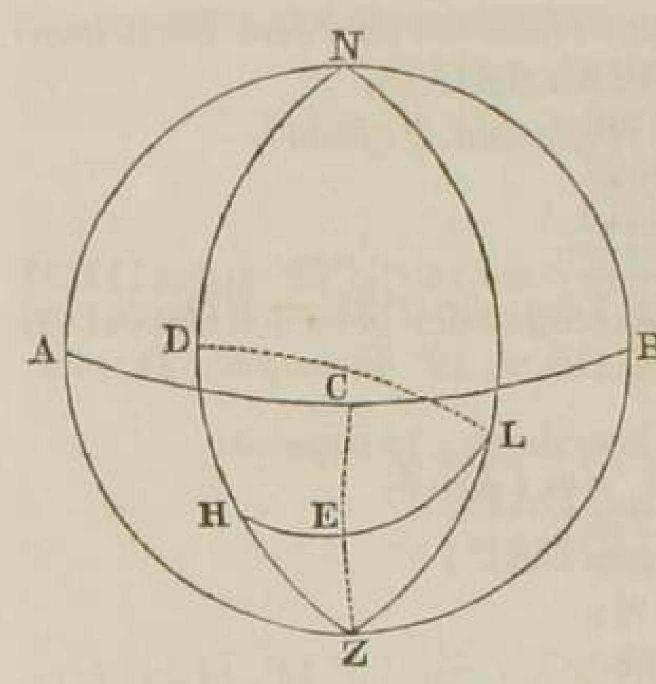
§ 150. Het vraagstuk der *groote cirkel zeiling* vindt zijne voorname toepassing bij het bepalen van de rigting, die men moet houden bij het doorzeilen van uitgestrekte zeeën, als bijv., van bezuiden *de Kaap de Goede Hoop* naar *Van-Diemensland*, van *Van-Diemensland* naar eenige plaats op de westkust van *America*, van *California* naar *China*, enz.

Wij zullen nog het volgende vraagstuk oplossen, en men zal daaruit wel tot de oplossing van andere dergelijke vragen kunnen geraken.

Voorbeeld. Stel, men vraagt: welke is de rigting en de grootte van den grooten boog tusschen *Hobarton* in *Van-Diemensland* en *Lima* op de westkust van *Zuid-America?*

Wij nemen de breedten en lengten van de twee genoemde plaatsen alleen in graden, dat hier genoegzaam is, en dit geeft:

Het afgevaren punt nabij *Hobarton* is 43° Z. br. en 148° oester lengte,
» gevraagde » » *Lima* » 12. » » en 77. wester » .



Stel, dat in deze figuur AB de equator en H en L de punten voorstellen van *Hobarton* en *Lima*, zoo is NHZ de meridiaan van het eerste en NLZ, die van het tweede punt nabij *Lima;* laat door de punten H en L eenen grooten boog HL gaan, zoo heeft men in den scheefhoekigen bolvormigen driehoek HZL, in de zijden HZ en LZ, de complementen der breedten van de twee opgegevene plaatsen, de ∠ HZL = het verschil van lengte der plaatsen en ∠ ZHL is de koershoek, onder welken men van H beginnen moet, om vervolgens langs HL of den grooten boog het punt L onder den hoek HLZ te bereiken. De hoek LHZ is kleiner dan regt, want de groote boog HL ligt met de bolronde zijde naar de pool gekeerd. De hoek LHZ wordt grooter of de boog HL doorsnijdt de meridianen onder hoeken, die tot in E allengskens vergrooten; in E is de koershoek regt, wordt vervolgens iets noordelijk en van daar tot den hoek HLZ weder kleiner. In E of als de hoek HEZ regt is, is men het verst van de linie en keert de koers- of rigtingslijn tot de linie. Het punt E heet het *toppunt* (*vertex*) *van den grooten boog*, de boog ZEC is de *meridiaan*, CE de *breedte van het toppunt*, en de hoek EZL is de *lengte van dat punt in betrekking de plaats* L, enz.

Om nu, volgens de gewone regelen der bolvormige driehoeken, den hoek LHZ en den afstand HL enz. te berekenen, laat men uit L op ZHN een' loodr. boog LD en men berekent de zijde ZD, enz. als volgt.

Naar aanleiding der opgaven is HZ = 47°, ∠ HZL = 135° en LZ = 78°.

1°. Om DZ te berekenen, heeft men:

Cot. LZ : *Rad.* = *cos.* DZL : *tang.* DZ.
Log. cos. ∠ DZL = 19,8494850
log. cot. LZ = 9,3274745
10,5220105 *log. tang.* van 73° 16′
en dus DZ = 106. 44
HZ = 47. 0
en DH = 59° 44′.

2°. Voor den ∠ LHZ:

Sin. DZ : *sin.* DH = *cot.* ∠ LZH : *cot.* ∠ LHZ.
Log. sin. DH = 9,9363574
log. cot. ∠ HZL = 10,0000000
comp. l. sin. DZ = 0,0187909
9,9551483 *log. cot.* van 47° 57′ = ∠ LHZ.

Dus is de hoek, onder welken men den koers van *Hobarton* langs HL moet aanvangen, 47° 57′ beoosten het zuiden of ruim Z. O. ¼ O.

3°. Voor HL of den afstand tusschen *Hobarton* en *Lima* heeft men:

Cos. DZ : *cos.* DH = *cos.* LZ : *cos.* LH.
Log. cos. LZ = 9,3178789
» *cos.* DH = 9,7024523
comp. l. cos. DZ = 0,5407316
9,5610628 *l. cos.* van 68°39′ en dus 111°21′ = 6681′ = 1670,2 D. mijl, zijnde de grootte van den geheelen afstand van H naar L.

4°. Den ∠ HLZ:

Sin. HL : *sin.* ∠ HZL = *sin.* HZ : *sin.* ∠ HLZ.
Log. sin. HZ = 9,8641275
» » ∠ HZL = 9,8494850
comp. » » HL = 0,0308758
9,7444883 *log. sin.* 33° 44′, of de koers, onder welke men *Lima* zal bereiken, is 33° 44′ beoosten het N. of N.O.t.N.

5°. Voor den boog ZE:

Rad. : *sin.* ZH = *sin.* ∠ EHZ : *sin.* EZ.
Log. sin. ZH = 9,8641275
» *sin.* ∠ EHZ = 9,8707319
9,7348594 *sin.* 32° 54′ = EZ.

De boog CE of de breedte van het toppunt (*vertex*) is dus 57° 6′.

6°. Voor den ∠ HZE:

Cot. ∠ EHZ : *rad.* = *cos.* ZH : *cot.* ∠ EZH.
log. cos. ZH = 19,8337833
» *cot.* ∠ EHZ = 9,9551995
9,8785838 *log. cot.* van 52° 54′.

En dus is de lengte van het toppunt (*vertex*) van den grooten boog in betrekking tot de lengte van H 52° 54′, en derhalve de lengte van het toppunt van den grooten boog gelijk 52° 54′ + 148° = 200° 52′ oost.

Berekent men den koers en de verheid tusschen *Hobarton* en *Lima*, volgens de opgegevene geographische positiën en de gewone regelen der schuinsche koersen of den loxodroom (§ 144), zoo heeft men voor het verschil in lengte 8100′, voor het verschil der breedten 1860′, en door Taf. VI, voor verschil vergr. breedten 2137′,8, en verder:

1°. Voor den koers:

Vers. verg. br. : *rad.* = *verand. l.* : *tang. koershoek.*
Log. ver. l. + *log.* R = 13,9084850
log. vers. verg. br. = 3,3299671
10,5785179 *log. tang.* 75° 13′.

De koers wordt volgens die berekening 75° 13′ beoosten het N., of ruim O. N. O. ⅔ O.

2°. Voor de verheid:

Rad. : *vers. br.* = *sec. koershoek* : *verheid.*
Log. sec. koershoek = 10,5931797
log. verschil br. = 3,2695129
3,8626926 *log.* van 7289′ = 1822,2 D. mijl.

Men heeft dus de verheid volgens den loxodroom = 1822,2
en volgens den grooten boog = 1670,2
hetgeen een verschil geeft van 152,0 D. mijl.

Uit het aangevoerde is het blijkbaar, dat, om langs den kortsten weg van nabij *Hobarton* naar *Lima* te stevenen, men onder eenen koers van Z. O. ¼ O. moet aanvangen, dat die hoek tot op 200° 54′ O. L. of 159° 6′ W. L. allengskens moet toenemen tot 90° of oost; van daar neemt de koers weder af, of moet men het punt L onder een' hoek van 33° 44′ beoosten het noorden of N. O. t. N. bereiken.

De geographische positiën der punten H, E en L zijn nu bekend, en kan men, naar aanleiding daarvan, de lijn HEL op eene kaart met eene genoegzame naauwkeurigheid doen kennen. Verkiest men echter meerdere punten in den boog HEL bekend te hebben, zoo kan men die, door de regthoekige driehoeken HEZ en EZL, als EZ bekend is, naar verkiezing berekenen, en daardoor den grooten boog voor de kaart bepalen.

§ 151. Op eene aardglobe wordt de groote boog tusschen twee plaatsen gemakkelijk bepaald, door eenvoudig den verticaal, die bij elk stel globen gevonden wordt, over de punten te leggen; de rigting van den verticaal geeft dan den koers tusschen de plaatsen, en het getal graden op den verticaal-boog tusschen de twee punten, tegen 15 mijlen op een' graad, de verheid in D. mijlen.

Het werkje: *Great circle tracks and distances*, etc., door ROBERT RUSSEL, bij Mrs. JANET TAYLOR, in *Londen* uitgegeven, is tot het bepalen van de groote bogen zeer aan te bevelen, en geeft door de daarbij gevoegde kaartjes eene hoogst gemakkelijke manier aan de hand, om de meer genoemde bogen zonder eenige berekening of tafelen te doen kennen.

3°. *Over het Bestek, de Wachten en de Koppelkoersen.*

§ 152. Veelal is men op zee, als de nabijheid van land dit niet vroeger of meermalen vordert, gewoon op den middag het juiste punt te bepalen, waar men zich alsdan bevindt; dit noemt men het *bestek opmaken* en het punt van de breedte en lengte het *bestek*. Heeft men het bestek door de schuinsche koersrekening verkregen, zoo heet het *gegist bestek*, terwijl dat, hetwelk men door de sterrekundige waarnemingen verkrijgt, het *ware bestek* genoemd wordt.

Het etmaal wordt aan boord in 6 deelen of *wachten* verdeeld, elk dezer bevat *vier uren;* zij hebben de benamingen, die in het volgende tafeltje vervat zijn, als:

de wacht van den middag			tot	4	uur	heet	*achtermiddag*,
van	4	uur	»	8	»	»	*platvoet*,
»	8	»	»	12	»	»	*eerste wacht*,
»	12	»	»	4	»	»	*honden wacht*,
»	4	»	»	8	»	»	*dagwacht*,
en »	8	»	»	12	»	»	*voor-den-middag.*

Elke wacht is weder in 8 deelen, *glazen* genoemd, verdeeld, die elk dus één half uur groot zijn; het verloop van deze halve uren, die men op de zee veelal naar halfuurs-zandloopers bepaalt, wordt door het slaan op de scheepsklok telken male aan boord aangekondigd.

Bij elke wacht wordt deze telling van 8 glazen op nieuw begonnen; wordt er dus, bijv., 7 slagen in de dagwacht gedaan, zoo noemt men dit: 7 *glazen in de dagwacht*, dat met 7½ uur 's morgens van de gewone telling overeenkomt.

§ 153. Niet altijd kan men in dezelfde rigting of met gelijken koers zijnen weg op zee vervolgen. Indien men nu in meer dan eene rigting gezeild heeft, zoo kan men, naar aanleiding van geval I (§ 141) der schuinsche koersrekening, door elken koers en verheid telkens de bekomene breedte en lengte bepalen, en zoo doende ook het bestek van het laatste oogenblik verkrijgen; eene zoodanige rij van aaneenliggende of achtereenvolgende gezeilde koersen en verheden wordt *koppelkoers* genoemd. De nadere ontwikkeling van dit, voor elken zeeman zoo belangrijk, onderwerp is in de volgende voorbeelden begrepen.

1° *Voorb*. Van 33° 12′ N. breedte en 38° 32′ lengte O. van *Greenwich* wordt gezeild: Z. O. 15 mijlen, O. t. N. 12 mijlen, Z. Z. W. ½ W. 14 mijlen en Z. O. ½ O. 19 mijlen; *vrage* naar de bekomene breedte en lengte, alsmede naar den algemeenen koers en de verheid?

Stel, dat MN, fig. 14, de eerste meridiaan, LQ een gedeelte van de linie en A het afgevarene punt zij, gelegen op de gegevene N. breedte en O. lengte; van daar wordt nu *vooreerst* gezeild Z. O. 15 M. tot B; men heeft dus in den eersten driehoek ABC alsdan bekend: de koershoek CAB en de verheid AB; de veranderde breedte AC en de afwijking of veranderde lengte BC kunnen, als in eenen gewonen schuinschen koers, gevonden worden. Op gelijke wijze kan men bij den *tweeden* gezeilden koers, of in den driehoek BDE, en in de volgende, of de zich opvolgende, driehoeken DFG en FHI telkens de verand. breedte en afwijking of lengte berekenen. Deze verand. breedten en afwijkingen of lengten worden eindelijk allen bijeen gebragt en opgemaakt, hoe veel men in het geheel veranderd is. Volgens § 133, N°. 4 of 5, wordt eindelijk de koers, en door N°. 1 of 2 de verheid gevonden. Of in den driehoek AIK heeft men, AK als de wezentlijke veranderde breedte en als afwijking KI; waardoor bekend zijn gekregen twee zijden met den regten hoek AKI; de hoek KAI en de zijde AI, die men den *algemeenen* of *generalen koers en verheid* noemt, kunnen gemakkelijk naar genoemde § berekend worden.

§ 154. De koppelkoersen kunnen opgelost worden, *ten eerste:* door al de veranderde breedten en afwijkingen tot één geheel te vereenigen, *ten andere:* door telkens, bij elken koers, de afwijking door de middelbreedte tot lengte te brengen, en *eindelijk* door bij iederen koers door de veranderde vergrootende breedte de veranderde lengte te berekenen. (*Verzameling*, bl^{n}. 32, 34 en 35 van den 8sten druk). Passen wij elke dezer methodes op het gegevene voorbeeld toe, zoo heeft men:

1°. Tot gemak brengt men de gezeilde koersen en verheden, benevens de grootheden, die men daarvoor uit Tafel VII verkrijgt, in een Tafeltje te zamen. Hierin stelt men eerst de koersen, daarna de streken, vervolgens de verheden in mijlen en minuten; hierop volgen twee kolommen, de een voor de veranderde noorder, de andere voor de veranderde zuider breedten, en eindelijk wordt het tafeltje als gesloten door de kolommen voor de ooster en wester afwijkingen.

Koers.	Streek.	Verheid in		Verand. Breedte.		Afwijking.	
		Mijl.	Min.	Noord.	Zuid.	Oost.	West.
Z. O.	4	15	60		42′,4	42′,4	
O. t. N.	7	12	48	9′,4		47,1	
Z.Z.W.½W.	2½	14	56		49,4		26′,4
Z. O. ½ O.	4½	19	76		48,2	58,7	
				9′,4	140′,0	148′,2	26′,4
					9,4	26,4	
dus de *algemeene* verand. breedte =					130′,6	121′,8	of

30,5 M. als *algemeene* afw.

Verand. breedte 130′,6 = 2° 11′ Z.
afgev. » = 33. 12 N.
derhalve de bek. » = 31° 1′ N.

In Tafel VII vindt men op de 3⅞ streek de verand. breedte (32,7) en afw. (30,5) het meest overeenstemmend naast elkander en naast deze als verheid 45. Men is derhalve op 31° 1′ N. breedte, de ooster afwijking is 30,5 M., de koers Z. O. t. Z. ⅞ O., en de verheid 45 mijlen.

Deze berekening zoo verre bewerkstelligd zijnde, wordt gezegd: de koppelkoers naar het *plat* te zijn opgelost.

Daar men echter de afgevarene en bekomene breedte bekend heeft, zoo kan men de afwijking door de middelbreedte, Tafel VIII, tot lengte brengen en dit geeft:

afgevarene breedte 33° 12′
bekomene » 31. 1
som 64° 13′
dus de middelbreedte 32° 7′.

Op 32° heeft men door Tafel VIII:

voor 100′ afw. 117′,9 veranderde lengte
» 20 » 23,6 » »
» 1 » 1,2 » »
» 0,8 » 0,9 » »
derh. de verand. lengte = 143′,6 = 2° 23′ 36″ O.
afgevarene lengte = 38. 32. 00 O.
dus is de bek. » = 40° 55′ 36″ O.

2°. Naauwkeuriger wordt de lengte gevonden, als men bij elken gezeilden koers de middelbreedte bepaalt en door deze de afwijking tot lengte herleidt. De eerste koers, van ons voorb., is 4 streken; de twee termen, die men nu door dien koers vindt, zijn 42′,4 als veranderde breedte en 42′,4 als afwijking, en men heeft:

afgevarene breedte = 33° 12′
veranderd om de zuid = 0. 42,4
dus de bek. breedte = 32° 29′,6,
en derhalve de middelbreedte = 32° 51′ of 33°.

Tafel VIII geeft onder 33° als middelbreedte:
voor 40′ afw. 47′,7
2 » 2,4
0,4 » 0,5
dus de 1e ver. lengte = 50′,6 oost.

Voor den tweeden koers heeft men, de afgev. breedte is 32° 29′,6, de koers O. t. N. en dit geeft voor 48′ verh.: 9′,4 verand. br. en 47′,1 afw.

De 2e afgev. breedte = 32° 29′,6
verand. om de N. 9,4
dus de bek. breedte = 32° 39′
en de middelbr. = 32° 34′;
onder 32$\frac{1}{2}$° middelbreedte
geeft 40′ afw. 47′,5 lengte
7 » 8,4 »
0,1 » 0,1 »
dus de 2e verand. lengte = 56′,0.

Op gelijke wijze gaat men voort. In het volgende tafeltje zijn de uitkomsten dezer bewerking bij elkander gebragt, en door elke opvolgende middelbreedte is telkens de afwijking tot lengte herleid.

Koers.	Streek.	Verheid. M.	Verheid. ′	Veranderde breedte. N.	Veranderde breedte. Z.	Afwijking. O.	Afwijking. W.	Achtereenvolgende bekomene breedte.	Middelbreedte.	Veranderde lengte. O.	Veranderde lengte. W.
								33°12′,0			
Z. O.	4	15	60		42′,4	42′,4		32.29,6	32°51′	50′,6	
O. t. N.	7	12	48	9′,4		47,1		32.39,0	32.34	56,0	
Z.Z.W.$\frac{1}{2}$W.	2$\frac{1}{2}$	14	56		49,4		26′,4	31.49,6	32.14		31′,2
Z. O. $\frac{1}{2}$ O.	4$\frac{1}{2}$	19	76		48.2	58,7		31. 1,4	31.26	68,7	
				9′,4	140′,0	148′,2	26′,4			175′,3	31′,2
					9,4	26,4				31,2	

de verand. breedte = 130′,6
de algemeene afw. = 121′,8
de gen. ver. l. = 144′,1.

Dus de verand. lengte = 2° 24′ 6″ oost.
de afgevarene lengte = 38. 32. 0 »
derhalve de bekomene O. lengte = 40° 56′ 6″.

Men heeft verder de verand. br. 130,6 op de afw. 121,8 gedeeld, geeft 0,93 als getal, dat 3$\frac{7}{8}$ streek als koers aangeeft, en eindelijk erlangt men door de verand. breedte, op de gevondene streek, 45 mijlen als verheid.

3°. De koppelkoers kan eindelijk nog door de vergrootende breedte berekend worden. Te dien einde bepale men voor elken gezeilden koers, door tafel VII, de verand. breedte, en vervolgens door den koers en de veranderde vergrootende breedte, door n°. 4 (§ 133), de veranderde lengte voor elken koers aldus:

Rad. : *verand. vergr. breedte* = *tang.* $\angle$ K : *verand. lengte.*

En dit geeft achtereenvolgend:

1°. *Log.* 50,0 = 1,6989700
log. tang. $\angle$ K = 10,0000000
1,6989700
log. van 50,0.

2°. *Log.* 10,7 = 1,0293838
log. tang. $\angle$ K = 10,7013382
1,7307220
log. van 53,8.

3°. *Log.* 58,0 = 1,7634280
log. tang. $\angle$ K = 9,7281087
1,4915367
log. van 31,0.

4°. *Log.* 57,4 = 1,7589119
log. tang. $\angle$ K = 10,0858268
1,8447387
log. van 69,9.

Deze veranderde lengten zijn met de overige uitkomsten in het volgende tafeltje te zamen gebragt.

Koers.	Streek.	Verheid. M	Verheid. ′	Veranderde breedte. N.	Veranderde breedte. Z.	Bekomene breedte.	Vergroot. breedte.	Verschillen.	Verand. lengte. O.	Verand. lengte. W.
						33° 12′,0	2113,9			
Z. O.	4	15	60		42′,4	32.29,6	2063,9	50′,0	50′,0	
O. t. N.	7	12	48	9′,4		32.39,0	2074,6	10,7	53,8	
Z.Z.W.$\frac{1}{2}$W	2$\frac{1}{2}$	14	56		49,4	31.49,6	2016,6	58,0		31′,0
Z.O.$\frac{1}{2}$O.	4$\frac{1}{2}$	19	76		48,2	31. 1,4	1959,2	57,4	69,9	
				9′,4	140′,0				173′,7	31′,0
					9,4				31,0	

dus de algem. verand. br. = 130′,6 en de algem. ver. lengte = 142′,7.

De verand. lengte = 2° 22′ 42″ O.
de afgev. » = 38. 32. 0 O.
dus de bek. » = 40° 54′ 42″ O.

De afgev. breedte = 33° 12′ 0″ in vergr. deelen 2113,9
verand. om de Z. = 2. 10. 36
dus de bek. breedte = 31° 1′ 24″ » » » 1959,2
154,7.

De verand. lengte 142',7 gedeeld door de verand. vergr. br. 154',7 geeft als uitkomst 0,92, dat ons $3\frac{3}{4}$ streek als koers geeft; dus is de koers Z. O. t. Z. $\frac{3}{4}$ O. en de verand. breedte (130',6) geeft op deze streek 44 mijlen voor de verheid.

De algemeene koers en verheid kan, ofschoon reeds naauwkeurig genoeg gevonden, mede door n°. 4 en 1 (§ 133) berekend worden.

1°. *Verand. vergr. breedte : rad. = verand. lengte : tang.* ∠ K,

log. verand. l. + log. R. = 12,1544240
» *vergr. breedte* = 2,1894903

9,9649337 *log. tang.* van 42° 41' en dus is de koers 42° 41' beoosten het Z.

2°. *Cos.* ∠ K : *verand. breedte = rad. : verheid*,

log. verand. br. + log. R. = 12,1159432
» *cos. koershoek* = 9,8663534

2,2495898 *log.* van 177',7 = 44,4 mijl verheid.

§ 155. Wij hebben den gegevenen koppelkoers op verschillende wijzen berekend; de eerste oplossing, die, zoo als gezegd is, naar het plat is, heeft weinig waarde, en kan alleen dan gebruikt worden, als men zich om en bij de linie bevindt, of niet verder dan 4° van haar verwijderd is. De tweede rekenwijze is alleen in zoo verre van de voorgaande onderscheiden, dat men daarin de afwijking door de middelbreedte tot lengte herleidt; deze wijze van werken is minder onnaauwkeurig dan de voorgaande, en veelal de eenige, welke men volgt. De feil, welke men hier begaat, bestaat daarin, dat men de oostelijke en westelijke afwijkingen tegen elkander, zoo veel mogelijk doet opgaan, even als of op *verschillende breedten gelijke afwijkingen gelijke veranderde lengten gaven*, iets dat onwaar is, en dat mede onmiddellijk blijkbaar is uit tafel VIII. Stel, ter opheldering hiervan, dat men op 56° N. breedte 100' ooster afwijking heeft en vervolgens 30 mijlen N. zeilt, zoo komt men op 58° N. breedte, en als men nu weder west 100' afwijking heeft, zoo is:

100' ooster afw. op 56° breedte geeft 178',8 verand. l. om de oost
100 wester » » 58 » » 188,7 » » west
dus verschil in lengte 9',9 meer om de west.

Had men echter de gelijke afwijkingen tegen elkander doen opgaan, zoo zoude men hierdoor eene feil van 9',9 in de veranderde lengte verkregen hebben.

De manier door de middelbreedte is weder veel minder onnaauwkeurig dan de twee anderen. De middelbreedte wordt echter niet volkomen overeenstemmend met de kaarten gevonden. Stel de breedte 50° en 64°, zoo is de middelbreedte naar de gewone manier 57°, meer naauwkeurig heeft men:

64° Breedte in vergrootende deelen 5039,4
50 » » » » 3474,5
som = 8513,9

$\frac{1}{2}$ som = 4256,9 zijnde de vergrootende deelen van 57° 40', die de eigenlijke middelbreedte is, welke men op eene kaart zal vinden, die naar MERCATORS methode ontworpen is.

Zie verder nog hetgeen betrekkelijk de berekening der koppelkoersen is opgegeven, het slot der verklaring van tafel VIII.

Het volgende voorbeeld is naar de twee laatste methoden bewerkt.

2° *Voorb.* Van 71° 2' N. breedte en 2° 3' lengte oost worden gezeild: N.O.t.N. $2\frac{1}{2}$ M., N. 2 M., O.N.O. 3 M., O. 8 M. en O.t.Z. 2 M.; *vrage* naar de bekomene breedte en lengte, alsmede naar den algemeenen koers en de verheid?

Door de middelbreedte.

Koers.	Streek.	Verheid.		Veranderde breedte.		Afwijking.		Achtereenvolgende bekomene breedte.	Middelbreedte.	Veranderde lengte.	
		M.	'	N.	Z.	O.	W.			O.	W.
N.O.t.N	3	$2\frac{1}{2}$	10	8',3		5',6		71° 2',0	71° 6'	17',2	
Noord.	0	2	8	8,0				71. 10,3			
O.N O.	6	3	12	4,6		11,1		71. 18,3	71. 20	34,8	
Oost.	8	8	32			32,0		71. 22,9		100,3	
O.t.Z.	7	2	8		1',6	7,8 (*)		71. 22,9	71. 22	24,4	
								71. 21,3			
				20',9	1',6	56',5				176',7	

1,6 — of 2° 56' 42"
19',3 — afgev. lengte 2. 3. 0
afgev. breedte 71° 2 N. — dus de bek. ooster lengte 4° 59' 42".
dus de bek. br. 71° 21',3 of 71° 21' 18" N.

Verand. br. 19,3 | afw. 56,5 | geeft 2,93 als getal, dat met de $6\frac{1}{3}$ streek het naast overeenstemt; dus zou de koers O.N.O. $\frac{1}{3}$ O. en de verheid, volgens de afw., 15 mijlen zijn.

(*) Deze afwijking is verkregen op de breedte van 71° 23', en derhalve bepale men hier de verand. lengte, zijnde 100',3, door te vragen: hoeveel veranderde lengte maakt 32' afwijking op 71° 23' breedte of middelbreedte door Tafel VIII?

Door de vergrootende breedte.

Koers.	streek.	Verheid.		Veranderde breedte.		Bekomene breedte.	Vergroot breedte.	Verschillen	Lengte.	
		Mijl	′	N	Z.				O.	W.
						71° 2′,0	6151,9	24′,7	16′,5	
N.O.t.N.	3	$2\frac{1}{2}$	10	8′,3		71.10,3	6176,6			
Noord.	0	2	8	8,0		71.18,3	6201,4	15,7	37,9	
O.N.O.	6	3	12	4,6		71.22,9	6217,1		100,3	
Oost.	8	8	32			71.22,9	6217,1	6,3	31,7	
O. t. Z.	7	2	8		1′,6	71.21,3	6210,8			

20′,9 de verand. lengte = 186′,4 =
1,6 3° 6′ 24″
verand. breedte = 19′,3 afgev. lengte = 2. 3. 00
afgev. breedte = 71° 2,0 N. dus de bek. ooster lengte = 5° 9′ 24″.
de bek. breedte = 71°21′,3, of 71° 21′ 18″ N.

Afgev. vergrootende breedte 6151′,9
bek. » » 6210,8
dus verand. vergr. br. = 58′,9.

Verand. vergr. br. : rad. = verand. lengte : tang. ∠ K.

Log. verand. l. + log. R. = 12,2704459
» *ver. verg. breedte* = 1,7701153
10,5003306 *log. tang.* van 72° 28′; dus de koers nagenoeg O. N. O. $\frac{1}{2}$ O.

Cos. ∠ K : *verand. br. = rad. : verheid.*

Log. ver. breedte + log. R. = 11,2855573
» *cosinus koershoek* = 9,4789423
1,8066150 *log.* van 64′,1 = 16,0 mijl, gelijk de algemeene verheid.

Zie, ten aanzien van de oplossing der koppelkoersen voor verdere voorbeelden, de verklaring van Tafel VIII van de *Verzameling van Tafelen.*

§ 156. In de volgende voorbeelden tot oefening zijn n°. 1 en 2 door de gewone methode, n°. 3 en 4 door die der middelbreedte en n°. 5 en 6 door de vergrootende breedte berekend.

1° *Voorb.* Van 31°14′ N. breedte en 32°18′ W. lengte worden gezeild de navolgende koersen en verheden, als: Z. Z. W. $3\frac{1}{2}$ mijl, Z. t. W. $4\frac{1}{2}$ M., Z. $\frac{1}{2}$ W. $6\frac{1}{2}$ M., Z. W. $\frac{3}{4}$ W. $7\frac{1}{2}$ M., en eindelijk W. Z. W. $4\frac{1}{4}$ M.; men *vraagt* de bekomene breedte en lengte, alsmede den algemeenen

koers en de verheid? *Antw.* de bekomene breedte is 29° 52′ 18″ N. en de lengte 33° 19′ 36″ W., de koers Z. W. t. Z. en de verheid 24,5 M.

2° *Voorb.* Van 31° 4′ Z. breedte en 29° 14′ wester lengte wordt gezeild: Z. 9 mijl, Z. t. O. $4\frac{1}{2}$ M., Z. Z. W. $5\frac{1}{4}$ M., Z. O $\frac{1}{2}$ O. $4\frac{3}{4}$ M., O. Z. O. 4 M., W. Z. W. $\frac{1}{2}$ W. 6 M. en O. Z. O. $\frac{1}{2}$ O. $5\frac{1}{4}$ M.; *vrage* als voren? *Antw.* Men is gekomen op 32° 48′ 24″ Z. breedte en 28° 47′ 54″ wester lengte, de algemeene koers is Z. t. O. en de verheid 26,6 mijl.

3° *Voorb.* Van 46° 19′ Z. breedte en 14° 48′ O. lengte zijn gezeild: N. N. W. $\frac{1}{2}$ W. $5\frac{1}{2}$ mijl, N. N. W. $4\frac{1}{4}$ M., O. N. O. $\frac{1}{2}$ O. $4\frac{1}{2}$ M. en N. W. $\frac{1}{2}$ W. $6\frac{1}{2}$ M.; *vrage* als voren? *Antw.* De bekomene breedte is 45° 22′ 12″ Z. en de lengte 14° 19′ 42″ O, de algemeene koers 18° 58′ bewesten het N., of N. t. W. $\frac{2}{3}$ W. en de verheid 15 M.

4° *Voorb.* Men is van 50° 3′ N. br. en 29° 14′ L. W. gezeild: N. t. W. $3\frac{1}{2}$ mijl, W. $\frac{1}{2}$ N. $4\frac{1}{2}$ M., W. N. W. $6\frac{1}{2}$ M., N. O. t. O. $6\frac{1}{2}$ M., N. O. 8 M., N. O. $\frac{3}{4}$ O. $6\frac{1}{2}$ M., N. N. O 8 M. en N. O. t. O. $\frac{1}{2}$ O. $6\frac{1}{2}$ M.; *vrage* als voren? *Antw.* De bekomene breedte is 52° 2′ 48″ N. en de lengte 27° 43′ 48″ W., de koers 25° 17′ beoosten het N. of nagenoeg N. N. O. $\frac{1}{4}$ O. en de verheid 33,1 M.

5° *Voorb.* Van 56° 3′ N. breedte en 47° 14′ W. lengte van *Greenwich* worden gezeild: O. N. O. 7 mijl, O. N. O. $\frac{1}{2}$ O. $7\frac{1}{2}$ M., N. O. 6,75 M., N. O. $\frac{1}{2}$ O. 8,5 M., O. t. N. 4 M. en N. O. t. N. 6,5 M.; *vrage* als boven? *Antw.* Men is gekomen op 57° 27′ 48″ N. breedte en op 43° 20′ 30″ W. lengte, de koers is 56° 24′ beoosten het N. of N. O. t. O. en de verheid 38,4 mijl.

6° *Voorb.* Van 55° 12′ N. breedte en 15° 33′ lengte O. van *Greenwich* worden gezeild, als: N. W. $\frac{1}{2}$ W. $1\frac{3}{4}$ mijl, N. W. $4\frac{1}{2}$ M., O. $\frac{1}{2}$ N. $6\frac{1}{2}$ M., N. W. $\frac{1}{2}$ W. $4\frac{1}{2}$ M., N. O. $\frac{3}{4}$ O. 8 M., N N. W. $7\frac{1}{2}$ M, N. 6 M., N. O. 4 en O. 4 M.; *vrage* als boven? *Antw.* De bekomene N. breedte is 57° 5′ 6″ en de lengte 16° 46′ O., de koers is 19° 49′ beoosten het N. of N. t. O. $\frac{3}{4}$ O. en de verheid 30 mijlen.

7° *Voorb.* Van 70° N. breedte en 14° O. lengte worden gezeild de navolgende koersen en verheden, als: N. 20 M., O. 20 M., Z. 20 M. en eindelijk W. 20 M.; *vrage* dit voorstel zoo mogelijk te berekenen volgens de drie gegevene methoden? *Antw.* . . .

VIJFDE AFDEELING.

De Stroomkaveling.

§ 157. Als men in een stroomend water zeilt, en bij de berekening van den koers en de verheid, zoo veel dit doenlijk is, den invloed des strooms in aanmerking neemt, zoo noemt men die rekening gemeenlijk *stroomkaveling.*

Stel, dat men zich in een zeker punt A bevindt, en van daar afzeilt, zoo kan de stroom van achteren, van voren of van ter zijde op het schip vallen, in elk dier gevallen is de invloed van den stroom, op de verplaatsing van het schip, zeer onderscheiden.

1°. Nemen wij aan, dat men in A, fig. 15, is, en dat men van daar naar D wil zeilen; als nu de stroom in dezelfde rigting loopt, eene rigting, welke wij steeds door een pijltje E zullen aanduiden, zoo zal hij alleen invloed op de vaart hebben; want veronderstellen wij, dat men in B zijnde, het log-plankje over boord werpt, en men intusschen tot D zeilt, en aldaar het log-plankje weder inhaalt, zoo zullen schip en voornoemd plankje gedurende het loggen door den stroom, volgens het pijltje E, beide naar D gezet zijn, en als nu het schip in D is, zal het plankje zich, bijv., in C kunnen bevinden, en de uitgeloopene log-lijn, die als het ware de vaart doet kennen, is dan gelijk CD, terwijl de wezentlijke verandering van plaats van het punt B niet CD maar BD is. (1) De *vaart van het schip kan men dus voorstellen door* CD, *doch de wezentlijke verandering van plaats is gelijk aan die vaart vermeerderd met de kracht van den stroom* BC, *of* BD = CD + BC.

2°. Komt de stroom omgekeerd van voren, volgens het pijltje E, fig. 16, en zeilt men, bijv., in de rigting van A naar D, zoo moet men de kracht van den stroom, die wij weder door BC voorstellen, in dat geval, aftrekken; want stel, dat men, in B zijnde, het logplankje over boord werpt, en men het in D zijnde weder inhaalt, dan zal, gedurende den tijd, dat men heeft gezeild, het plankje van B tot C gedreven zijn, en in D haalt men dus eene log-lijn in, die de lengte van CD heeft, en die eene te groote verheid zoude aantoonen; deze verheid, volgens aanwijzing van de log-lijn, bestaat dus uit BD + CB of uit de wezentlijke vaart BD en de kracht des strooms, en men heeft dus hier: *de verplaatsing van het schip of de verheid is gelijk aan de gelogde vaart min de kracht des strooms*, of BD = CD — BC.

3°. Valt de stroom van ter zijde op het zeilende schip, dat wij uit A, fig. 17, als doen afzeilen, zoo heeft de stroom invloed, zoowel op den koers als op de verheid. Stellen wij, dat een schip uit A in een stil water zonder eenigen invloed van stroom, in den tijd van 4^u, tot B zoude kunnen zeilen, en nemen wij nu verder aan, dat, in dienzelfden tijd, de stroom alleen, aldaar ter plaatse, dat zelfde schip van A tot D of van B tot C zoude kunnen brengen, veronderstellen wij nu verder, dat zich dit schip, aan de werking van beide die krachten onderworpen, beweegt, zoo is het duidelijk, dat het iets in zijne rigting door den stroom zal afgeleid worden, en noch de rigting van AB, noch die van AD zal kunnen behouden; als wij nu aannemen, dat AB de verheid voorstelt, die het schip zoude afleggen zonder den stroom, en AD of BC die door den stroom, beide in dezelfde eenheid van tijd, en verder, dat ABC de hoek is, *die de rigting van den koers en den stroom te zamen maken*, zoo kunnen wij met deze drie gegevens een parallelogram ABCD zamenstellen, dat men in de *Werktuigkunde* het *parallelogram van krachten* noemt. Bij het veranderen van plaats wordt het schip als door die twee krachten te gelijk aangedaan: de eene voert het tot B, terwijl de andere het naar CD doet afdrijven en de hoekspuntslijn of diagonaal AC geeft ons alsdan de *wezentlijke*

(1) Indien men naauwkeurig op den zin der woorden acht geeft, zoo zoude men *vaart* en *verheid* zeer dienen te onderscheiden; door verheid moet men de juiste verandering van plaats verstaan, terwijl men door vaart alleen de verplaatsing door de beweegkracht van den wind enz. dient te begrijpen, bij de eerste is de invloed van den stroom in acht genomen en bij de tweede niet.

of *behoudene verheid*, zijnde die lijn AC de *zamengestelde kracht* van de twee krachten, die wij door AB en AD, onder hoek ABC, voorstelden. In de figuren 17—19, behoorende tot de stroomkaveling, stelt AE een gedeelte voor van den afgevarenen meridiaan; de ∠EAB heet *aangelegde koers*, de ∠BAC is de *verandering in den koers*, AB *aangelegde verheid*, de ∠EAC de *behoudene koers* en AC de *behoudene verheid*.

Als de stroom van B naar F loopt, fig. 18, pl. II, en men in de rigting van A naar B aanlegt, zoo is AF de behoudene verheid, en de behoudene koers verandert van naam; loopt de stroom echter van B naar C, zoo blijft de koers zijne benaming behouden, doch wordt, in het hier gestelde geval, met de verheid grooter.

§ 158. De oplossing van dit vraagstuk kan geschieden door eene meetkundige constructie van het gemelde parallelogram van krachten, als ook door onmiddellijke berekening, waartoe men in den driehoek ABC (fig. 17, 18 en 19) genoegzame termen bekend heeft. AB is, zoo als gezegd is, de *aangelegde verheid*, bekend door de *log* (§ 122), BC de *kracht van den stroom* in dezelfde eenheid van tijd, als men AB zoude kunnen afzeilen, de hoek BAC is de *verandering in den aangelegden koers*, en eindelijk is nog bekend, of wordt althans gemakkelijk gevonden, de hoek ABC; stel, dat men N. O. t. N., fig. 17, heeft aangelegen en dat de stroom Z. O. heeft geloopen, zoo is de vraag: hoe groot zal de hoek ABC zijn, die gemaakt wordt door de aangelegde koerslijn van N. O. t. N. en de rigting van den Z. oost-stroom? De aangelegene koerslijn AB loopt N. O. t. N. en dus ligt de lijn BA, of van B naar A, Z W. t. Z., en de stroomlijn BC Z. O. en mitsdien is de ∠ABC 7 streken. In den driehoek ABC heeft men alsdan bekend: ∠B = 7 streken, BC = de kracht van den stroom en AB = de aangelegene verheid. Volgens het 3e geval der scheefhoekige driehoeken, (§ 86), wordt de ∠BAC en de zijde AC berekend, en door den ∠BAC op den aangelegen koers EAB toe te passen, wordt de ∠EAC of de behoudene koers bepaald. Door de behoudene verheid en den koers wordt eindelijk, volgens het 1e geval der schuinsche koersrekening (§ 141), de bekomene breedte en lengte gevonden.

1e *Voorb.* Van 50° 0′ N. breedte en 14° 0′ lengte O. wordt gezeild N. O. t. N. 18,5 mijl, terwijl de stroom aldaar O. t. N. loopt, welke, in den tijd, dat men gezeild heeft, het schip alleen 11 mijlen zoude doen afleggen; men vraagt den behouden koers en de verheid, alsmede het juiste punt, waar men het bestek in de kaart moet stellen?

Oplossing. In fig. 19 is A de afgevarene plaats, AB de gezeilde verheid, de ∠DAB is de aangelegde koers, ∠FBC de rigting en BC de kracht des strooms.

In den driehoek ABC heeft men mitsdien bekend: AB = 18,5 mijl, BC = 11 mijlen en naar de opgave is ∠B = (3 + 9) = 12 streken = 135° en derhalve ∠A + ∠C = (16—12) = 4 streken = 45°, en verder $\frac{1}{2}$ (∠A + ∠C) = 22° 30′. Om nu den ∠BAC en AC te berekenen, heeft men AB = 18,5 M. = 74′, BC = 11 M. = 44′, AB + BC = 118′ en AB — BC = 30′ en door een en ander is nu:

$AB + BC : AB - BC = tang.\ 22^\circ 30' : tang.\ \frac{1}{2}(\angle C - \angle A)$,

log. tang. 22° 30′ = 9,6172243
» (AB — BC) = 1,4771213
comp. » (AB + BC) = 7,9281180
9,0224636 *log. tang.* van 6° 1′
22. 30
de ∠ BAC of *verandering in den koers* = 16° 29′
∠ DAB of de *aangelegde koers* = 33. 45
dus ∠ DAC of de *behoudene koers* = 50° 14′ of
nagenoeg N. O. ½ O.

Voor den ∠ BCA heeft men 6° 1′ + 22° 30′ = 28° 31′ en dus voor de verheid:

sin. ∠ C : AB = *sin.* ∠ B : AC,
log. sin. ∠ B = 9,8494850
log. AB = 1,8692317
compl. l. sin. ∠ C = 0,3211045
2,0398212 *log.* van 109,6 = 27,4 M.;
zijnde de behoudene verheid.

De behoudene koers DAC en de verheid AC bekend zijnde, zoo kan nu verder de bekomene breedte en lengte, volgens het 1e geval der schuinsche koersrekening, berekend worden.

Rad. : AC = *cos.* ∠ CAD : AD,
log. cos. ∠ A = 9,8059510
log. AC = 2,0398106
1,8457616 *log.*
van 70,1 = 1° 10′ 6″ *verand. breedte*
afgev. breedte = 50. 0.0 *vergr. deelen* 3474′,5
dus *bekom.* N. *breedte* = 51° 10′ 6″ » » 3584,8
110′,3 = *vera. vergr. br.*

Rad. : *verand. vergr. br.* = *tang.* ∠ CAD : DC,
log. tang. ∠ A = 10,0797809
log. verand. br. = 2,0425755
2,1223564 *log.*
van 132′,5 = 2° 12′ 30″ *verand. lengte*
afgv. lengte = 14. 0. 0 *oost*
en dus de bekomene lengte = 16° 12′ 30″ O.

Aanmerking. Wij hebben dit voorbeeld, overeenkomstig de fign. 17—19, op de gewone wijze berekend. Het is echter ook naar aanleiding der koppelkoersen op te lossen, en is alsdan te beschouwen als of men, Fig 19, van A naar B en vervolgens van B naar C is gezeild, en worden dan de gezeilde koers en verheid, en de kracht en rigting van den stroom te zamen genomen als gezeilde koersen en verheden, en de vraag opgelost als een gewone koppelkoers.

Deze wijze van oplossing kan ook dan zeer van nut zijn, als men

meerdere koersen heeft gezeild en men den stroom niet telkens op elken koers en verheid in rekening wil brengen. Maar daarenboven geeft die oplossingswijze in *de stroom-rekening*, bij genoegzame naauwkeurigheid, eene belangrijke bekorting, zoo als uit de oplossing van boven gegeven voorb., door toepassing van de Tafelen VII en VIII blijkbaar is.

Gezeilde koers N. O.t.N., verh. 74′,0, verand. N. br. 61′,5, afw. O. 41′,1
stroom O. t. N., kr. 44 » » 8,6 » » 43,2
dus » » 70′,1 » » 84′,3

Deze verand. br. en afw. geeft door Tafel VII 4½ streek en 109′ verheid; de behoudene koers en verheid is dus N.O. ½ O. 27,2 mijl.

De Afgevarene N. breedte = 50° 0′ 0″
de veranderde breedte N. = 1. 10. 6
dus de bekomene N. breedte = 51° 10′ 6″.

Onder de middelbr. van 50° 35′ heeft men:

80′ afw. = 126′,0
4 » = 6,3
0,3 » = 0,5
132′,8 = 2° 12′ 48″ verand. lengte O.
afgevarene lengte = 14. 0. 0
derhalve de bekomene O. lengte = 16° 12′ 48″.

§ 159. In de voorgaande vraag wordt verondersteld, dat de rigting en kracht van den stroom bekend zijn. Het zij er echter ver af, dat dit voor vele plaatsen in alle tijden het geval is. De gegevens in het vraagstuk zijn de afgev. breedte en lengte, de gezeilde of aangewezene koers en verheid, en de rigting en kracht van den stroom, en hierdoor worden berekend de bekomene breedte en lengte. Stelt men, bij omkeering bekend: de afgev. breedte en lengte, de gezeilde koers en verheid en de ware bekomene breedte en lengte, onafhankelijk van koers en verheid gevonden, zoo kan men, indien de bekomene breedte en lengte, door den koers en de verheid berekend, met de gevondene ware breedte en lengte verschillen, aannemen, dat men een gedeelte der zee heeft doorzeild, waar een stroom heeft geloopen, althans als men kan veronderstellen, dat men met alle zorg of naauwkeurigheid den gezeilden koers en de verheid heeft bepaald.

Wij zullen een en ander iets nader toelichten. In Fig. 19 is de geographische ligging van het punt A bekend en door den ∠ DAB en AB kan door § 141 of door Tafel VII en VIII de ligging van het punt B berekend worden. Stel, dat de breedte en lengte van C door andere waarnemingen mede bekend is. In den driehoek FBC is dus bekend FB en FC, zijnde de verschillen van breedte en lengte van B en C. De hoek FBC is, zoo als uit de fig. blijkt, de rigting of koers van den stroom en BC zijne kracht gedurende den tijd, dat men heeft gezeild. De hoek FBC en de zijde BC kunnen nu bij het bekend zijn van FB en FC, volgens § 144 of door de Tafels VII en VIII, berekend worden.

Zoo elk zeeman, bij verschillen tusschen het gegiste bestek in B en het ware bestek in C, voor elk etmaal of kleinere tijdsverloopen, de stroomen berekende, zoude hij voorzeker eene hoogst nuttige zaak verrigten, en daardoor belangrijke bijdragen leveren voor de natuurkundige kennis van de zeeën des aardbols. Hoe gemakkelijk dit geschieden kan, zullen wij met een enkel voorb. aantoonen en ons daarbij ter oplossing alleen van Tafel VII en VIII bedienen.

Voorb. Veronderstel, men bevindt zich op eene zekere breedte en lengte in A, zeilt van daar onder den koers DAB de verheid AB, en hierdoor vindt men, volgens § 141, voor N. breedte 37° 30′ en 54° W. lengte; volgens waarneming is men echter niet in B maar in C op 38° 30′ en 56° O. lengte; men vraagt naar de rigting en kracht van den stroom, gedurende den tijd, dat men heeft gezeild. Uit de figuur is het blijkbaar, dat de stroom tusschen het N. en O. onder eenen hoek FAC met eene kracht van BC heeft geloopen.

Volgens de VII^e en VIII^e Taf. heeft men:

Gegiste breedte	37° 30′	en de lengte	54°
ware »	38. 30	» » »	56
verschil	1° = 60′		2° = 120′.

Op 38° middelbreedte:

Tafel VIII 120′ lengte		
114′,2	»	= 90′ afw.
5′,8		
5,1	»	= 4 »
0′,7	»	= 0,6 »
		94′,6 »

Men heeft nu 60′ verand. br. en 94′,6 afwijking en hiervoor vindt men in Tafel VII: $5\frac{1}{8}$ streek en 112′ verheid. Het antw. op de gegevene vraag is dus: de stroom heeft geloopen N. O. t. O. $\frac{1}{8}$ O., met eene kracht van 28 mijl.

§ 160. In de berekening der volgende voorbeelden tot oefening hebben wij steeds, die der driehoeken gevolgd, en zal het niet onbelangrijk zijn elk der volgende voorbeelden, zoo mogelijk, ook door hulp der Tafelen VII en VIII te berekenen, en de antwoorden, daardoor te verkrijgen bij die door de driehoeksmeting verkregen, te voegen.

1^e *Voorb.* Van 33° 14′ N. breedte en 14° 4′ lengte west, wordt gezeild in drie wachten N. O. t. O. 25,75 mijl, terwijl de stroom aldaar in dienzelfden tijd geloopen heeft Z. O. t. O. met eene kracht van 8 mijlen in het etmaal; men *vraagt* den behouden koers en de verheid, alsmede de bekomene breedte en lengte? *Antw.* De behoudene koers is 63° 58′ beoosten het noorden of ruim N. O. t. O. $\frac{2}{3}$ O., de verheid 27,5 mijl, de bekomene N. breedte 34° 2′ en de lengte 12° 6′ west.

2^e *Voorb.* Men is op 63° 12′ N. breedte en 14° 4′ lengte W., de stroom loopt aldaar N. O., en gedurende, dat men W. N. W. 14,5 mijl gezeild heeft, zoude de stroom het schip 8 mijlen van plaats hebben doen veranderen; *vraag* als voren? *Antw.* De behoudene koers is 34° 38′ bewesten het N., of N. W. t. N. $\frac{1}{8}$ W., de verheid 13,6 mijl, de bekomene N. breedte is 63° 56′ 50″ en de wester lengte 15° 13′ 13″.

3^e *Voorb.* Van een zeker punt zeilt men zeven glazen 5 mijlen, N. $\frac{1}{2}$ W. aanleggende; als het nu blijkt, dat men N. N. O. 7 mijlen behouden heeft, zoo *vraagt* men, hoe de stroom aldaar geloopen heeft, en tevens met welke kracht, naar evenredigheid van den tijd, dien men gezeild heeft? *Antw.* De stroom heeft geloopen 64° 48′ beoosten het noorden of N. O. t. O. $\frac{3}{4}$ O. met eene kracht van 3,5 mijl in 7 glazen of 4 mijlen in de wacht.

4^e *Voorb.* Van 33° 14′ N. breedte en 14° 4′ lengte W. wordt N. O. t. O. 25,75 mijl gezeild; volgens onmiddellijke waarnemingen bevindt men zich nu op 33° 59′ 24″ N. breedte en 11° 52′ 36″ W. lengte; daar dit bestek niet met dat overeenkomt, hetwelk men volgens den koers en de verheid verkrijgt, zoo *vraagt* men de rigting en kracht van den stroom, alsmede den behouden koers en de verheid? *Antw.* Volgens den koers en de verheid is men gekomen op 34° 11′ 12″ N. breedte en 12° 21′ 12″ lengte W.; berekent men nu met deze breedte en lengte en die, welke men onmiddellijk heeft waargenomen den koers en de verheid, en vervolgens ook den koers en verheid tusschen het gevondene en afgevarene bestek, zoo krijgt men tot *antwoord*: de stroom heeft 6,6 mijl, 63° 26′ beoosten het zuiden of nagenoeg Z. O. t. O. $\frac{2}{3}$ O. geloopen, en de behoudene koers is 67° 28′ beoosten het N., of O. N. O., en de verheid 29,62 mijl.

5^e *Voorb.* Van 50° N. breedte en 7° 2′ lengte O. is gezeild N. O. 20 mijlen; als men zich nu volgens dadelijke waarnemingen bevindt op 51° 20′ N. breedte en 9° 50′ lengte O., zoo *vraagt* men als voren de kracht en rigting van den stroom, alsmede den behouden koers en de verheid? *Antw.* De stroom heeft 13,8 mijl en 64° 45′ beoosten het N. of N. O. t. O. $\frac{3}{4}$ O. geloopen, en de behoudene koers en verheid is 53° 5′ beoosten het N., of nagenoeg N. O. $\frac{3}{4}$ O., 33,3 mijl.

6^e *Voorb.* In een zeker vaarwater zeilt men eerst twee wachten Z. O. 15 mijlen en vervolgens 3 wachten O. t. N. 12 mijlen; als nu de stroom steeds Z. Z. W. $\frac{1}{2}$ W. en in het etmaal of 24^u juist 16,8 mijl loopt, en de afgevarene breedte en lengte 33° 12′ N. en 38° 22′ oost is, *vraagt* men den behouden koers en de verheid, alsmede de bekomene breedte en lengte? *Antw.* De gevraagde koers is Z. O. t. Z. $\frac{1}{3}$ O., de verheid 26 mijlen, de breedte 31° 50′ N., en de lengte, door de middelbreedte, 39° 37′ oost.

ZESDE AFDEELING.

Over de land- en kruispeilingen.

§ 161. Wanneer de zeeman het land nadert, en eindelijk in het verschiet eenig bekend punt kan onderscheiden, dan heeft hij eene goede gelegenheid, om de deugdelijkheid van zijn bestek te toetsen. Daartoe peilt hij dan het bekende punt, dat is: hij onderzoekt met een peilkompas, in welke rigting het land of de bekende plaats door hem gezien wordt. Peilt hij, bijv., eenige kaap, of welk punt ook, in het O. Z. O., zoo is hij in het W. N. W. van dat punt; vervolgens gist hij den afstand van dit gepeilde punt tot zijn schip. Hierdoor krijgt hij dan in eenen regthoekigen driehoek bekend: de verheid tusschen het gepeilde punt en het schip, en als het ware de koers van het gepeilde of bekende punt tot het schip: men kan dus op de gewone wijze, volgens het *eerste geval* der schuinsche koersen, berekenen, hoe groot het verschil in breedte en lengte is, en daardoor, volgens de breedte en lengte van het bekende punt, tot die van de plaats geraken, waar hij zich met zijn schip bevond, toen hij de peiling nam.

De oplossing der volgende voorbeelden, alsmede het 6e voorb. van § 142 zullen het algemeene van het hier aangevoerde nader kunnen toelichten.

1e *Voorb.* Iemand peilt eenige kaap, liggende op 71° 10′ 15″ N. breedte en 26° 0′ 30″ lengte O., in het Z Z.O. van zich, op eenen afstand, naar gissing, van 3½ mijl; *vrage* op welke lengte en breedte het bestek moet gesteld worden?

Om dit voorbeeld door Tafel VII en VIII op te lossen, heeft men: de peiling is Z. Z. O. of 2 streken, en de verheid of afstand 3½ M. = 14′, en dit geeft door Tafel VII *onder* 2 *streken voor* 14′ *verh* : 12′,9 *verand. breedte* en 5′,4 *afw.*, en dus is de bekomene breedte = 71° 23′ 9″ en de middelbreedte = 71° 17′. Tafel VIII geeft nu voor de 5′,4 *afwijking* 16′,8 *veranderde lengte*, en mitsdien de lengte van het punt, daar het schip zich bevindt, 25° 43′ 42″.

2e *Voorb.* Gepeild de *van Speykstoren*, liggende op 52° 37′ 10″ N. br. en 4° 37′ 34″ O. lengte, in het Z. O., naar gissing, 4 mijlen van zich. *Vrage* het bestek? *Antwoord.* Men is op 52° 48′ 28″ N. breedte en 4° 18′ 55″ O. lengte.

3e *Voorb.* Gepeild het vuur van *Calais*, liggende op 50° 57′ 36″ N. breedte en 1° 51′ 8″ O. lengte, in het Z. Z. O., naar gissing op eenen afstand van 4¾ mijl. *Vrage* op welke breedte en lengte men gekomen is? *Antwoord.* Op 51° 15′ 12″ N. breedte en 1° 39′ 32″ O. lengte.

4e *Voorb.* Iemand peilt *St. Catharina punt*, op het eiland *Wight*, 50° 36′ 0″ N. breedte en 1° 18′ 0″ W. lengte, in het N. ½ W., 4¼ mijl van zich, en begeert te weten, waar hij het bestek moet stellen? *Antwoord.* Op 50° 19′ 6″ N. breedte en 1° 15′ 20″ W. lengte.

§ 162. Is men in staat twee bekende punten, waarvan de breedten en lengten bekend zijn, te peilen, zoo vervalt de zwarigheid van eenen afstand, welken wij in het voorgaande geval bij gissing bekend hebben gesteld, en men verkrijgt dan eene meer gewenschte zekerheid. Heeft men, bijvoorbeeld, twee punten uit één standpunt waargenomen, en de rigting der gezigtslijnen alzoo bepaald, dan wijst de snijding dezer twee lijnen het punt aan, waar men zich bevindt. De ligging of de breedten en lengten der gepeilde punten bekend zijnde, zoo bezit men alsdan genoegzame gegevens, om, door berekening, de afstanden van de gepeilde punten tot het standpunt te bepalen, en daardoor de breedte en lengte van het punt van peiling te vinden. Wij zullen dit nader ophelderen, en tot verdere oefening hier nog bijvoegen, eenige

Voorbeelden.

1e *Voorb.* Iemand peilt, per regtwijzend kompas, *Noord-Voorland* in het N. W. en *Zuid-Voorland* in het W. ten Z.; hij begeert het bestek of het punt te kennen, waar hij zich bevindt en hoe ver hij van *Noord-Voorland* verwijderd is?

Oplossing. Laat in fig. 20, pl. 2, N *Noord-Voorland*, Z *Zuid-Voorland* en A de plaats zijn van het schip. De breedte en lengte, zoowel van *Noord-* als *Zuid-Voorland* bekend zijnde, verkrijgt men, door het verschil der breedten, de lijn ZG, en, door het verschil der lengten tot afwijking te brengen, ook GN bekend. Hierdoor heeft men van den regthoekigen driehoek NZG bekend de beide regthoekszijden, en berekent men ligtelijk den afstand ZN, benevens den hoek NZG. Verder heeft men dan van den driehoek AZN bekend de zijde ZN, benevens al de hoeken; want ∠ CAN is, volgens de peiling, gelijk aan 45°, dus ∠ NAD mede = 45°, hier bijgevoegd ∠ DAZ, volgens peiling = 11° 15′, bekomt men ∠ NAZ = 56° 15′; ook is ∠ GZN gevonden en ∠ AZB = 11° 15′, gevolgelijk verkrijgt men den ∠ AZN, door de som der hoeken GZN en AZB van 90° af te trekken. De zijde AN kan alsdan berekend worden, en hierdoor, dewijl de ∠ CAN door peiling bekend is, heeft men genoegzame gegevens ter berekening van den regthoekigen driehoek ACN, waardoor men dan het bestek vinden kan. Wij twijfelen niet, of na deze aanwijzing zal ieder de volgende bewerking wel gemakkelijk kunnen volgen en begrijpen.

N. Voorland ligt op	51° 22′ 25″	N. breedte en	1° 26′ 34″	lengte O.
Z. » » »	51. 8. 0	» » »	1. 22. 0	» »
	0° 14′ 25″		0° 4′ 34″,	

en dus GZ = 14′,41 en verand. lengte = 4′,6.

Middelbreedte = 51° 15′,

rad. : *cos. middelbr.* = *verand. lengte* : *afwijking.*

Log. cos. middelbr. = 9,7965212
log. van 4,6 = 0,6627578
10,4592790 is
log. van 2,9 = NG.

GZ : *rad.* = GN : *tang.* ∠ GZN.

Log. NG + *log. rad.* = 10,4623980
log. GZ = 1,1586640
9,3037340 is
log. tang. van 11° 23′ = ∠ GZN.

Noord-Voorland ligt derhalve 11° 23′ beoosten het N. van *Zuid-Voorland.*

Rad. : GZ = *secans* ∠ GZN : NZ.

Log. secans ∠ GZN = 10,0086283
log. GZ = 1,1586640
11,1672923 is
log. van ZN = 14′,7, *de afstand der plaatsen.*

Sin. ∠ ZAN : ZN = *sin.* ∠ NZA : AN.
Log. sin. ∠ NZA = 9,9651953
log. ZN = 1,1673173
11,1325126
log. sin. ∠ ZAN = 9,9198464
1,2126662 is
de *log.* van 16′,3 = 4,07 M. = AN.

Het schip ligt alzoo 4,07 M. van *N. Voorland*, en men heeft verder:

Rad. : AN = *cosin.* ∠ NAC : AC.
Komt voor AC 11′,51 = 11′ 31″ verand. br.
breedte van *Noord-Voorland* = 51° 22. 25 in vergr. dl. = 3604′,7
dus lag het schip bij de peiling op 51° 10′ 54″ » » » = 3586 ,4
derhalve AC in vergroote deelen = 18′,3.

In den driehoek NAC vindt men door deze 18′,3 en ∠ NAC voor NC 18′,3 of 18′ 18″, en dit geeft:

de lengte van *Noord-Voorland* is = 1° 26′ 34″
het verschil in lengte tusschen het schip en *Noord-Voorland* = 18. 18
en mitsdien de lengte van het schip = 1° 44′ 52″.

Men vraagt nu, op gelijke wijze werkende, ook het vraagstuk op te lossen door de breedte en lengte van *Zuid-Voorland*, alsook of dit vraagstuk niet nog op eene andere manier kan worden opgelost?

2e *Voorb.* Iemand peilt het vuur van *Zuid-Voorland* N. N. O. ½ O., en dat van de *Singels* of *Dungeness* N. N. W.; van hier zeilt hij tot op 49° 55′ 30″ N. breedte en de lengte van *Lands Eind.* Men begeert de breedte en lengte der eerste peilings plaats, benevens den gezeilden koers en verheid te weten? *Antwoord.* De breedte der eerste peilingsplaats was 50° 46′ 18″ N., de lengte 1° 3′ 35″ O. en de gezeilde koers en verheid W. t. Z. 66 mijlen.

3e *Voorb.* Volgens naauwkeurige waarnemingen bevindt men zich op 7° 22′ 30″ Z. breedte en 177° 49′ 50″ O. lengte; hier peilt men in het N. W. ¾ W. eenig klein eiland. Na N. N. O. 5 mijlen gezeild te hebben, ziet men hetzelfde eiland in het W. t. Z. *Vrage* op welke breedte en lengte dit eiland op de kaart gebragt moet worden? *Antw.* Op 7° 9′ 8″ Z. breedte en 177° 31′ 40″ O. lengte.

4e *Voorb.* Volgens naauwkeurige waarnemingen bevond men zich met eenig schip op 43° 49′ 12″ Z. breedte en 146° 10′ 25″ O. lengte. Hier peilt men de *zuidkaap* (op *van Diemensland*) in het O. N. O. en de *zuidwestkaap* van hetzelfde eiland in het N. t. W. Eenigen tijd langs de kust voortgezeild zijnde, neemt men op nieuw naauwkeurige waarnemingen, en bevindt men zich, volgens deze, op 44° 9′ 54″ Z. breedte en 146° 40′ 8″ O. lengte Hier peilt men weder de *zuidkaap* in het N. t. O. en de *zuidwestkaap* in het N. W. t. N. *Vrage* op welke breedte en lengte gemelde kapen in de kaart moeten gelegd worden? *Antw.* De *zuidkaap* op 43° 37′ 42″ Z. breedte en 146° 49′ O. lengte, de *zuidwestkaap* op 43° 33′ Z. breedte en 146° 6′ O. lengte, en de rigting van de *zuid-* tot de *zuidwestkaap* is gelijk W. t. N. ⅓ W. 8 mijlen.

§ 163. Wij hebben opgemerkt, dat de land- en kruispeilingen een middel aan de hand geven, om het bestek eenigzins te kunnen beoordeelen. Ook kunnen de peilingen van boord door een kundig zeeman genomen, aanleiding geven tot een onderzoek van de naauwkeurigheid der zeekaarten. Daartoe is het echter een volstrekt vereischte, dat men de punten des lands, die men peilt, goed kan onderscheiden. Ondervinding, opmerkzaamheid en een naauwlettend onderzoek zijn tot de verkrijging dezer kennis onontbeerlijk. Intusschen zij men steeds bedacht, dat het *peilen* of *het bepalen van de rigting van eenig voorwerp buiten boord door het kompas aan boord* steeds met naauwlettende omzigtigheid gepaard moet gaan, en dient men daarbij nog verder in acht te nemen, dat *de peilingen aan boord van een zeilend schip*, bijvoorb., *van twee punten op den wal, op één oogenblik of snel na elkander moeten plaats hebben, dat men daartoe moet bezigen een beproefd goed kompas, gesteld op eene plaats vrij van ijzer, en dat gedurende die peilingen het schip niet veel van plaats noch iets in koers moet veranderen.* Ook des nachts kan men zich dikwerf door kruispeilingen verkennen, en bieden de *kustlichten* (1) daartoe eene geschikte gelegenheid aan, vooral dan als men een peil-kompas heeft, met eene roos, die van onderen verlicht kan worden.

ZEVENDE AFDEELING.

Over het Kaartpassen, het afzetten van het bestek, enz.

§ 164. Hoewel het kaartpassen door mondelinge voordragt, en wel met liniaal en passer in de hand, op de kaart zelve, het best geleerd wordt, zullen wij toch eenige aanwijzing omtrent deze verrigting geven. Het kaartpassen bestaat hoofdzakelijk in de vijf volgende bewerkingen, als:

1. Het plaatsen van het bestek volgens de bekende breedte en lengte.
2. Het afpassen van den gezeilden koers en de verheid, om daardoor de plaats van het schip of het *bestek* te bekomen.
3. Het vinden van den koers en de verheid van de eene plaats tot eene andere.
4. Het plaatsen van het bestek volgens eene kruispeiling, en
5. Het overbrengen van het bestek van de eene kaart in de andere.

Hierbij zullen wij kortelijk nog opgeven, hoe een zeeman de deugdelijkheid eener kaart eenigzins kan toetsen, en hare gebreken, zoo veel mogelijk door eigene waarnemingen, opsporen, en daardoor de kaarten verbeteren; alsmede hoe men van eene baai of reede eene kaart zoude kunnen ontwerpen.

§ 165. In zee zijnde heeft men de gewoonte, om elken middag, de plaats, waar het schip zich volgens de breedte en lengte bevindt, in de kaart af te zetten (§ 152). Na al hetgeen, dat wij reeds over de zamenstelling en inrigting der kaarten gezegd hebben, zal wel niemand verdere aanwijzing behoeven, ten opzigte van de wijze, hoe men een

(1) Wie eene volledige opgave van de Nederlandsche, Belgische, Fransche en Engelsche of andere kustlichten verlangt, zie onderscheidene Nos. van de *Verhandelingen en Berigten betrekkelijk het Zeewezen*, door ons uitgegeven.

punt, waarvan de breedte en lengte gegeven is, in de kaart kan stellen. Het geheel dezer bewerking komt hier op neer: men trekt lijnen of legt linialen door de gegevene breedte en lengte evenwijdig aan de parallellen en meridianen, en waar deze zich snijden of kruisen is het punt, waar zich het schip bevindt.

Wanneer men zich in de nabijheid van land of in vaarwaters bevindt, waar men weinige ruimte heeft, zou het hoogst gevaarlijk zijn, slechts eenmaal per etmaal het bestek op te maken en in de kaart af te zetten. Integendeel doet men dit, in zulke gevallen, niet alleen elke wacht, maar past zelfs schier elken gezeilden koers en verheid op de kaart af, ten einde zoo naauwkeurig mogelijk elk oogenblik met de plaats van het schip bekend te zijn. Om van eenig punt, het laatste bestek-punt, dat men in de kaart heeft afgezet, eenen koers en verheid af te zetten, trekt men door dat punt eene lijn, voorstellende den koers; namelijk: men trekt door het punt eene lijn, in rigting gelijk aan de gezeilde koerslijn, welke lijn meestal in eene der kompasstreken op de kaart te vinden zal zijn; vervolgens zet men den afstand of verheid, die men laatstelijk heeft gezeild, in die lijn af, waardoor dan de gegevene rigting en verheid in de kaart bepaald wordt.

§ 166. Op sommige zeekaarten vindt men naast de breedte-schalen dikwerf nog andere schalen, die dan mijlen voorstellen. Bij gemis van die schalen, die inderdaad ook onnoodig zijn, gebruikt men *de breedte-schalen, om alle afstanden te meten of te bepalen;* bij die meting zorgt men: *dat de bepaling der grootte voorvalt op die hoogte der breedte-schaal, waar zich de twee punten bevinden, welker afstand bepaald moet worden.* Stel, men vraagt, den afstand te bepalen tusschen twee punten in de kaart, A en B, bijv., op omstreeks 52° breedte in die kaart gelegen, zoo neemt men dien afstand tusschen A en B in den passer, en meet dien af in de breedte-schaal op die hoogte, waar men 52° breedte vindt. Veronderstel, dat die afstand, aldaar gemeten, 1° 12′ van de breedte-schaal bedroeg, zoo is de verheid tusschen A en B gelijk $1° 12' = 72'$, of, door 4 gedeeld, 18 mijlen.

Het vinden van den koers en de verheid van de eene plaats tot eene andere, geschiedt mede op gelijke wijze. Stel, bijv., dat men den koers en de verheid wil bepalen van A tot B; zoo trekt men door A en B eene lijn; de rigting, die deze lijn op de kaart heeft, wordt vervolgens door een' parallel-liniaal, regthoek of transporteur, bepaald; of ook men onderzoekt met welke lijn of streek van eene der op de kaart geteekende kompas streken, die lijn AB evenwijdig is, en hierdoor wordt dan de rigting der lijn AB onmiddellijk volgens de kaart gevonden en hare grootte in de breedte-schaal bepaald.

§ 167. Het plaatsen van het bestek, volgens eene kruispeiling, kan geene zwarigheden veroorzaken. Stel, men heeft twee punten A en B gepeild; A in het N. N. O. en B in het N. W. t. N., zoo haalt men, zich te dien aanzien regelende naar de kompas streken op de kaart, eene lijn door A, Z.Z.W. loopende (zijnde de tegenovergestelde streek der peiling van N. N. O.) en door B, even zoo, eene lijn evenwijdig aan N. W. t. N. en Z. O. t. Z.; daar waar zich nu deze lijnen of de streken van Z Z. W. en Z. O. t. Z. snijden, bevond zich het schip, toen de voormelde kruispeiling genomen werd.

§ 168. Bij het uitzeilen of verlaten van eene haven of reede, wordt het bestek gevonden door een paar bekende merken van het land naauwkeurig te peilen. Deze kruispeiling kan alsdan in de kaart worden aangeteekend en van dat punt het bestek in de kaart vervolgd worden.

Het overbrengen van het bestek van de eene kaart in de andere, bestaat daarin, dat men de breedte en lengte, waarop men zich bevindt, volgens de kaart bepaalt of opmaakt, en die met alle zorg op die kaart, op welke men het bestek wenscht over te brengen, aanteekent.

Dikwijls kan men ook, in het gezigt van land zeilende, het bestek door eene land- of kruispeiling, als op nieuw aanvangen, even als men zulks bij het begin eener reize doet, of ook het bestek, volgens de laatste waarneming van breedte en lengte, in eene andere kaart opnemen.

§ 169. Ten aanzien der zeekaarten rust op elken zeeman eene gewigtige verpligting. Overtuigd van het hooge belang, dat de zeevaart in het algemeen bij goede kaarten heeft, moet hij steeds de deugdelijkheid der bestaande zeekaarten, zooveel hem mogelijk is, nagaan en onderzoeken, en zoo hij gebreken ontdekt, die aan den auteur of uitgever kenbaar maken. Ontdekt hij op zijne reis iets, dat hem merkwaardig voorkomt, zoo moet hij onmiddellijk alle nasporingen daaromtrent in het werk stellen, die aanteekenen, en, zoo mogelijk met de opgave van de breedte en lengte, ten algemeene nutte, kenbaar maken.

§ 170. Het opnemen van eene baai of reede is eene verrigting, die groote naauwkeurigheid vereischt en in den waarnemer het bezit van eenige kennis der werkdadige meetkunde noodzakelijk maakt. (1)

Wie de trigonometrische opneming eener baai wil ondernemen, beginne met zich bekend te maken met de kust of den oever, door er langs te roeijen, en er eene schets van te ontwerpen. Hierna kiest men een geschikt terrein voor eene *grondlijn* of *basis* uit, welke men in staat is, met alle naauwkeurigheid te meten. Verder plaatst men bakens aan de beide uiteinden dier grondlijn, benevens op alle merkwaardige punten van den oever, zoodanig, dat de gezigtslijnen der verschillende punten met de basis, zooveel mogelijk, gelijkzijdige driehoeken vormen, terwijl men er tevens op bedacht moet zijn, dat men het op te meten terrein zoodanig in opvolgende driehoeken door bakens verdeelt, dat achtervolgens uit alle die baken-punten de hoeken gemeten kunnen worden. Na deze voorafgaande bewerking, begint men aan het eene uiteinde der basis, met een' sextant de hoeken te meten, welke de verschillende gezigtslijnen met de basis maken; deze verrigting herhaalt men aan het andere uiteinde, en daardoor worden de onderscheidene punten genoegzaam bepaald, om in onderlinge ligging te worden aangewezen.

Wij zullen dit ophelderen door een eenvoudig voorbeeld. Laat, bijv., AB, fig. 21, pl. 2, eene basis of grondlijn zijn, welke naauwkeurig kan gemeten worden, en van welker uiteinden de punten P, Q, R, enz., behoorlijk zigtbaar zijn. Plaatst men zich met een' sextant of ander instrument, geschikt voor het meten van hoeken, in A, dan kan men de hoeken BAP, BAQ en BAR, meten. In het andere uiteinde, in B, meet men op gelijke wijze de hoeken

(1) Zie hierover de *Verhand. en Berigten, betrekkelijk het Zeewezen en de Zeevaartkunde*, 2e Dl., N°. 2, en meer andere stukken van dat werk.

ABP, ABQ en ABR, en alsdan heeft men, van elken der driehoeken ABP, ABQ en ABR, eene zijde met de twee aanliggende hoeken bekend, waardoor de afstanden der punten P, Q en R tot de beide uiteinden der basis AB kunnen berekend worden, of, volgens het aangevoerde in § 60, op het papier worden geconstrueerd.

In den driehoek ABR zijn twee hoeken met de basis AB door meting bekend, en mitsdien zijn AR, AQ, BP, enz., te berekenen; die lijnen AR, enz., kunnen dan op nieuw tot grondlijnen dienen, en door deze op gelijke wijze weder andere hoeken van verdere en meerdere punten of van daarop gestelde bakens gemeten worden; op die wijze voortgaande krijgt men eene verzameling of net van driehoeken, waardoor alle merkwaardige punten als aan elkander kunnen worden verbonden.

Het is verder van aanbelang, dat men eene behoorlijk gemerkte peilschaal plaatse, om den stand van hoog en laag water dagelijks, vooral bij nieuwe en volle maan, te weten. Hiervan, zoo wel als van den staat van wind en weder, wordt in een daartoe ingerigt journaal aanteekening gehouden. Door naauwkeurige waarneming van hemelligchamen bepaalt men de breedte en lengte van een of meerdere punten, die men door de driehoeken op het terrein in ligging bepaald heeft, en daar de rigting van de basis door een gewoon kompas of azimuth-kompas bepaald kan worden, heeft men dan genoegzame gegevens bekomen, om eene kaart van eene baai of kust te zamen te stellen.

Eindelijk is het nog van aanbelang, dat men de geleimerken, benevens de landvertooningen opneemt en van deze behoorlijke opgave doet. En in het kort, alles bij de opneming aanteekent, wat in betrekking tot de diepten, banken, klippen, enz., voor den zeeman van belang kan zijn.

§ 171. Wanneer iemand, in het gezigt van land zeilende, eenige punten peilt, en daarbij ontdekt, dat deze onjuist in de kaart gesteld zijn, moet hij trachten, ook te dien aanzien de gebreken te onderzoeken, aan te wijzen, en daarvan berigt te geven. Het is duidelijk, dat het hier in dit geval op een uiterst naauwkeurig bestek aankomt; zonder dit toch is het onmogelijk, de juiste plaats van eenige punten of gevaren op te geven, in kaart te brengen of daarin te verbeteren.

Wat men verder in deze te doen hebbe, is met weinige woorden op te geven. Men zeilt, nadat men door naauwkeurige waarnemingen goed het bestek van het schip bepaald heeft, zoo na mogelijk langs de kust, wel acht gevende op den koers en den voortgang van het schip; terwijl men ten overvloede de breedte en lengte van elk punt, dat men uitkiest, op nieuw door waarnemingen bepaalt, zoo dat men het niet alleen op eene onzekere koersrekening laat aankomen. Van elk standpunt peilt men alle merkwaardige punten des lands, zoodanig, dat dezelfde punten van twee standplaatsen worden waargenomen. Daardoor bekomt men eene menigte driehoeken, die alle eene bekende grondlijn hebben, namelijk, de afstanden tusschen de onderscheidene standplaatsen van het schip. Van deze driehoeken heeft men dus, behalve de grondlijn, mede nog twee hoeken aan de basis bekend, en gevolgelijk kan men de ligging der onderscheidene punten, door berekening of constructie bepalen.

DERDE BOEK.

OVER DE HEMEL- EN AARDGLOBEN, BENEVENS AANWIJZING VAN DE TOEPASSING DER BOLVORMIGE DRIEHOEKEN OP EENIGE VRAAGSTUKKEN DER STERRE- EN ZEEVAARTKUNDE, EN EENE KORTE VERKLARING DER STERRENKAARTEN.

EERSTE AFDEELING.

Bevattende een kort begrip van den aard en het gebruik der Hemel- en Aardgloben en eenige Sterrekundige aanwijzingen.

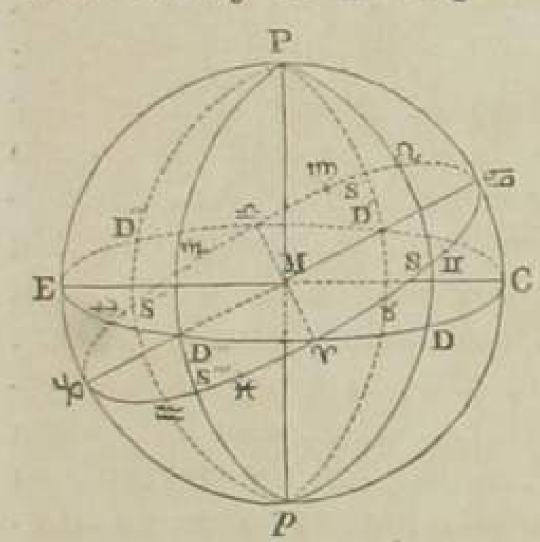
§ 172. Als wij na den ondergang der zon, bij eenen helderen hemel, onze oogen naar het uitspansel wenden, ontdekken wij eene menigte sterren, die als aan de binnenzijde van eenen bol schijnen vastgehecht te zijn, welken bol wij gewoon zijn *Sterrenhemel* te noemen. De sterren worden verdeeld in *vaste Sterren*, *Planeten*, *Manen* of *Satellieten* en *Cometen*. Door *vaste sterren* verstaat men die hemelligchamen, die onderling voor ons niet of weinig van plaats veranderen, en als de zon uit zich zelven licht hebben. De *planeten* ontleenen hun licht van de zon, en bewegen zich in eenigzins langwerpige loopbanen of ellipsen om de zon. In Tafel XLIV, der *Verzameling van Tafelen*, hebben wij de elementen van de voornaamste planeten opgegeven. Eenige dezer planeten hebben kleinere bollen bij zich, die hen op hunne loopbanen om de zon vergezellen, en in gezette tijden om die planeten wentelen, en even als deze hun licht van de zon ontvangen; zij worden *manen* of *satellieten* genoemd. (*) Eindelijk verstaat men door *cometen*, die hemelligchamen, welke zich in zeer langwerpige banen of ellipsen om de zon bewegen; van de verste grenzen van het planeetstelsel tot ons naderen en dan weder verdwijnen, om na eenigen tijd op nieuw te verschijnen. Sommige cometen hebben verlichte staarten, en worden daarom ook *staartsterren* genoemd.

Indien men den schijnbaren loop der sterren naauwkeurig nagaat, bemerkt men, dat de gansche sterrenhemel, als om twee onbeweegbare punten, binnen den tijd van vier-en-twintig uren, van het oosten naar het westen schijnt rond te draaijen, zoodat al de sterren, in dezen tusschentijd, cirkels schijnen te beschrijven, die alle aan elkander evenwijdig zijn, en den naam van *dag-* en *nachtcirkels* dragen. Die beide punten, waarom dat geheel schijnt te draaijen, noemt men *polen* of *aspunten des hemels*, of eenvoudig polen; zij staan lijnregt tegenover elkander, en worden het eene de *noordpool* of het *noorder aspunt* en het andere de *zuidpool* of *zuider aspunt* geheeten. Het eene punt, de *noordpool*, moet gesteld worden nabij den staart van den *kleinen beer*, welke verzameling van sterren bij de bewoners van het noordelijke deel der aarde, des nachts bij helder weder, altijd

(*) Zie verder over het getal der manen de Verkl. der *Verzameling van Tafelen*, bl. 165.

zigtbaar is, het andere onbeweeglijke punt des hemels, dat juist tegen het eerste overstaat, is de *zuidpool.* De regte lijn, die deze punten als vereenigt, heet *as des hemels*, omdat de gansche sterrenhemel voor *ons aardbewoners dagelijks rondom deze as schijnt rond te draaijen.*

§ 173. Om het getal en den stand der grootste sterren, zoo als het geheel zich voor *ons*, *van de aarde gezien*, vertoont, meer bevattelijk en aanschouwelijk te maken, hebben de sterrekundigen zich eenen bol als om de aarde gedacht. In dien bol zijn de twee aardpolen in hunne verlenging overgebragt, en even zoo midden tusschen die twee punten een' cirkel gesteld. Deze cirkel of dit cirkelvlak om de aarde, deelt voor de aarde den ganschen sterrenhemel in twee gelijke deelen, en wordt daarom *equator*, of, door de zeelieden eenvoudig, *linie* genoemd. Alle cirkels, die men op dien bol van pool tot pool doet gaan of stelt, noemt men *meridianen* of *middagscirkels.* De omwenteling der aarde van het *westen naar het oosten*, geeft aanleiding tot de schijnbare beweging van al de hemelligchamen van het *oosten naar het westen;* om die beweging te kunnen navolgen is de *hemelglobe*, eene verkleinde navolging van bovengenoemden bol om de aarde, om twee stiften, in de polen gesteld, draaibaar. De aarde wentelt, even als al de planeten, om de zon, en het middelpunt der zon is, in die omwenteling, dan eens tegen over het midden der aarde, of in het vlak van haren equator, dan aan de noord-, dan weder aan de zuidzijde van dat cirkelvlak. Brengt men dien schijnbaren omloop der zon mede op de aarde over, en vervolgens ook in gelijke overeenstemming op den denkbeeldigen bol om de aarde of op de hemelglobe, zoo heeft men in dien cirkel den schijnbaren omloop der zon, den *zonsweg* of de *ecliptica.* Deze twee genoemde groote cirkels op de hemelglobe doorsnijden elkanderen in twee over elkander gelegen punten, waarvan het eene *voorjaars-* en het andere *najaars-evennachtspunt* genoemd wordt. Stel, om dit een en ander op te helderen, dat het middelpunt der aarde zich in M bevindt, en P*p* de as des hemels is, waarom al de hemelligchamen in 24u ronddraaijen. Het vlak E♈C♎E stellen wij regthoekig op de as P*p* en is dit alsdan de *linie.* Het vlak ♈♋♎♑♈ stelt den schijnbaren weg der zon voor, en heet gevolgelijk *zons weg* of *ecliptica.*



§ 174. Om onze verbeelding te hulp te komen, en de denkbeelden met betrekking tot de gedaante der aarde te bepalen, heeft men ook de landen en wateren van den aardbol, volgens hunne ligging, gedaante en betrekkelijke grootte, op eenen bol afgeteekend; een zoodanige bol, met eene afteekening daarop van landen, zeeën, enz., wordt *aardglobe* genoemd; even als de hemelglobe, heeft men ook deze in twee stiften opgehangen, die de noord- en zuidpolen voorstellen, waarom de aardglobe beweegbaar is, ten einde daardoor de dagelijksche beweging van de aarde om hare as te kunnen nabootsen, en als voor oogen te stellen.

§ 175. Wij hebben in de voorg. § den oorsprong van de twee cirkelvlakken doen kennen, die de sterrekundigen om de aarde gedacht en op de hemel- en aardgloben gesteld hebben; namelijk de linie en den zons weg. Beide die cirkelvlakken worden in 360° verdeeld; de linie daarenboven nog in 24 deelen of *uren*, waarvan elk dus 15° groot is en de zons weg in 12 deelen, waarvan elk 30° bevat. De twaalf deelen van de ecliptica worden de twaalf hemelteekens geheeten, en ontvingen hunne namen naar twaalf sterrenbeelden, die eertijds aldaar ter plaatse gevonden werden. Het eene punt, waar de linie en ecliptica elkander snijden, wordt nulpunt of het punt van *Aries* genoemd, en gaat de telling van daar oostwaarts voort; zij volgen elkander aldus door naam en teeken op, als: *Aries*, de Ram ♈, *Taurus*, de Stier ♉, *Gemini*, de Tweeling ♊, *Cancer*, de Kreeft ♋, *Leo*, de Leeuw ♌, *Virgo*, de Maagd ♍; deze zes eerste teekens maken het noorderdeel van den zons weg uit, en worden daarom de zes noordelijke teekens van den zons weg genoemd; de zes volgende, als: *Libra*, de Balans ♎, *Scorpio*, de Schorpioen ♏, *Sagittarius*, de Schutter ♐, *Capricornus*, de Steenbok ♑, *Aquarius*, de Waterman ♒, en *Pisces*, de Visschen ♓, liggen in het zuidelijke gedeelte van den zons weg, en heeten daarom de zuidelijke teekens. Ook noemt men de drie laatste met de drie eerste, namelijk ♑, ♒, ♓, ♈, ♉ en ♊, de klimmende teekens, omdat de zon, terwijl zij deze teekens schijnt te doorloopen, voor het noordelijk deel der aarde, dagelijks hooger komt; de zes overige ♋, ♌, ♍, ♎, ♏ en ♐, noemt men, om tegenovergestelde reden, de dalende teekens. Terwijl de zon de drie eerste teekens na de lentesnede en de drie eerste teekens na de herfst-nachtevening doorloopt, verwijdert zij zich hoe langer hoe meer van den equator, tot dat zij in het begin van den kreeft, en in het begin van den steenbok treedt, in welke beide punten zij wederom tot het gezegde cirkelvlak terugkeert; deze beide punten van den zons weg, die het verste van den equator afstaan, worden *zonnestanden* genoemd, omdat de zon, als zij in deze punten is, geene verandering in afstand van de linie ondergaat, het eerste punt noemt men de *zomer zonnestand*, omdat alsdan, voor het noordelijk halfrond der aarde, de zomer begint, als de zon in het begin van den kreeft (♋) gaat, en het andere wordt de *winter zonnestand* genoemd, omdat bij ons de winter begint, als de zon in het punt of het begin van den steenbok (♑) treedt. Deze vier punten, de evennachtspunten namelijk en de zonnestanden, deelen den zons weg in vier gelijke deelen, en zijn gevolgelijk 90° van elkander gelegen.

§ 176. De dagcirkels, die de zon beschrijft, als zij zich in de zonnestanden bevindt, en dus hare verste afstanden van den equator heeft, worden *keerkringen* of *tropici* genoemd; zij staan elk, daar de bogen ♋ C en E ♑ nagenoeg 23° 28′ zijn, ook 23° 28′ van den equator af, en worden op beide globen gevonden. De eene, die ten noorden ligt, wordt de *noorder* of *kreefts keerkring* genoemd, omdat de zon dezen beschrijft, als zij in het noordelijkste teeken, den *kreeft*, gaat; de andere, ten zuiden, heet de *zuider* of *steenboks keerkring;* de zon komt dan in haar zuidelijkste teeken of in den *steenbok.* De hoeken ♋♈C, ♋♎C, enz., zijn dus nagenoeg gelijk aan 23° 28′; zij worden de *grootte van den hoek van Aries* geheeten.

§ 177. Daar nu de ecliptica en de equator zich onder eenen hoek van omtrent 23° 28′ doorsnijden, zoo moeten dus ook de polen dezer cirkels 23° 28′ van elkander gelegen zijn. De pool van den zons weg, die naar het noorden gekeerd is, noemt men ook de noordpool, en die naar het zuiden, de zuidpool van den zons weg. De polen van den zons weg vindt men alleen op de hemelglobe, en niet op de aardglobe, dewijl zij aldaar van geene dienst zouden zijn.

De polen van den zons weg beschrijven, door de dagelijksche schijnbare beweging van den sterrenhemel, twee kleine cirkels, die elk 23° 28′ van ieder der polen van de linie afstaande, evenwijdig aan de keerkringen en evennachtscirkel zijn, en *poolcirkels* genoemd worden. Die om de noordpool wordt de *noorder*, en die om de zuidpool loopt, de *zuider poolcirkel* genoemd.

§ 178. De schijnbare *horizon*, *gezigteinder* of *kim*, is een cirkelvlak, dat den aardbol raakt, in het punt van de oppervlakte, waar zich een waarnemer bevindt (§ 118 en 119), en strekt zich rondom tot in het onbepaalde uit, scheidende voor eenen waarnemer het zigtbare gedeelte des hemels van het onzigtbare. De *ware horizon* is een groot cirkelvlak, gaande door het middelpunt der aarde, evenwijdig aan den schijnbaren horizon. De ware horizon deelt den sterrenhemel in twee gelijke deelen, waarvan het bovenste halfdeel het *zigtbare gedeelte* genoemd wordt, omdat alles, wat van den sterrenhemel boven den waren horizon verheven is, door den waarnemer, aldaar in het midden geplaatst, gezien kan worden, terwijl integendeel, hetgeen beneden is, voor hem onzigtbaar is. Uit deze bepaling zal nu gemakkelijk afgeleid kunnen worden, dat elk punt van de halve oppervlakte des aardkloots, zijnen eigen schijnbaren en waren horizon moet hebben.

Zoo dikwijls men zegt, dat de hemelligchamen aan den gezigteinder zijn of komen moeten, verstaat men daardoor den waren horizon, ofschoon de waarnemingen niet anders dan aan den schijnbaren kunnen geschieden.

De ware horizon wordt op beide globen voorgesteld, door de bovenste oppervlakte van een' houten rand, die verder door houten voeten, of op eene andere wijze, ondersteund, de globen in twee gelijke deelen verdeelt. De oppervlakten van de horizons der globen zijn voorzien van een gedeelte van een' altijddurenden almanak, waarin men, bij onderscheidene globen, verschillende opgaven vindt opgeteekend. De oude Hollandsche globen, naar VALK, hebben op den horizon verschillende cirkels. De eerste of binnenste dezer cirkels wordt, door den koperen meridiaan van den globe, midden door gedeeld, elk dezer deelen bevat 180°, en heeft elk eene dubbele graadtelling, waarvan de eene telling in ieder deel bij het zuiden van den meridiaan begint, en met 0, 10, 20, 30°, enz., tot het noorden voortgaat, terwijl de andere graadtelling in elk deel bij het noorden of bij den koperen meridiaan begint, en met 0, 10, 20, 30°, enz., tot het zuiden of het andere deel van den koperen meridiaan wordt voortgezet; door deze schikking kan men even gemakkelijk tellen, hoeveel elk punt van dezen cirkel beoosten of bewesten het noorden, als beoosten of bewesten het zuiden is. Eenige boog op den horizon van het

noorden of zuiden gerekend, wordt *Azimuth*, en een van het oosten of westen *Amplitude* geheeten. Andere globen, vooral de Fransche van latere zamenstelling, hebben slechts eenen cirkel voor de dagteekeningen der maanden, en onmiddellijk daarnaast eene afteekening en voorstelling van den dieren-riem, en eene opgave van de graadverdeeling van elk teeken in de ecliptica. Ook is bij die globen den binnensten cirkel des horizons veelal in graden verdeeld, en begint de telling dan dikwerf bij het oosten en westen; de verdeeling gaat van daar tot 90° tot aan den koperen meridiaan, en is de buitenste cirkel in de 32 streken van den horizon verdeeld.

§ 179. Bij het begin van elk teeken van de ecliptica, op den horizon afgebeeld, staat de naam en het teeken van het sterrenbeeld, en begint de telling met 0° en gaat zij oostwaarts voort. De cirkels of cirkel naast deze geeft aanleiding te bepalen, in welk teeken of waar zich de zon, op een' gegeven dag, bevindt.

Op sommige globen is de ecliptica op den horizon door eenen cirkel omgeven, die in 365¼ deel verdeeld is, waarvan elk deel, door stippen, in vier gelijke deelen is gedeeld, volgens het getal der dagen, of vierde deelen van dagen, dat een jaar bevat; nevens de afdeeling van elken dag staat eene der zeven eerste letters van het A B C, om door behulp der zondagsletters de dagen der week te kunnen onderscheiden. Ten einde te bepalen, welke stip van dezen gestippelden cirkel, met elken dag van ieder jaar overeenkomt, volgen er buiten dezen gestippelden cirkel vier andere, die volgens het getal der dagen van elke maand zijn afgedeeld. Omdat de zons plaats in vier achtereenvolgende jaren, namelijk van het eene schrikkeljaar tot het andere, op denzelfden dag des jaars, nagenoeg eene stip van den gestippelden cirkel, of een vierdedeel van een' graad, verachtert, zijn deze vier cirkels zoo geschikt, dat elke dag van den binnensten cirkel geplaatst is nevens den graad van den zons weg, daar zij zich op dien dag, in het eerste jaar na het schrikkeljaar bevindt. Elke dag van den tweeden cirkel staat nevens de zons plaats van dien dag in het tweede jaar na het schrikkeljaar; elke dag van den derden cirkel staat nevens de zons plaats van dien dag in het derde jaar na het schrikkeljaar, en eindelijk, elke dag van den vierden cirkel komt insgelijks overeen met de zons plaats van dien dag in het schrikkeljaar zelf; welke vierde cirkel ook daarenboven, om de verandering der zondagsletters, nog zijne eigene letters nevens zijne verdeelingen heeft.

Op den horizon van de aardglobe is, buiten om den cirkel van het schrikkeljaar, een rand, waarin de namen der 12 maanden van het jaar, en de voornaamste onveranderlijke feestdagen der Roomsche Kerk, benevens de dagen der maand, op welke zij voorvallen, gevonden worden. Op de globen van lateren tijd, mist men veelal deze opgaven in den buitensten rand van den horizon, en zijn aldaar de namen der twee-en-dertig streken van den horizon of van het kompas opgegeven.

Op den horizon van sommige oude hemelgloben staan in den rand, die op den cirkel van het schrikkeljaar volgt, eenige getallen en letters, waardoor de tijden worden aangewezen, op welke, volgens den middagscirkel van *Amsterdam*, de nieuwe manen zullen voorvallen.

De vier eerste getalmerken geven ons het jaar, de volgende het uur en gedeelten van het uur, op den dag der maand, daarneven staande, terwijl de letters de zondagsletters van het jaar te kennen geven; de buitenste rand bevat eindelijk weder de namen der maanden van het jaar.

§ 180. Van alle meridianen of middagcirkels, die op de oppervlakte van de aardglobe geteekend zijn, is er een, wiens helft de *eerste meridiaan* genoemd wordt (§ 116); deze is onderscheiden op verschillende globen, en loopt op de aardglobe van VALK, over het eiland *Teneriffe*, een der *Canarische* eilanden. Waar de eerste meridiaan de linie of den evenaar snijdt, begint de telling voor de lengte, en gaat op de vroegere globen oostwaarts voort tot 360° toe, van welken de 360ste graad wederom in den eersten middagcirkel eindigt. Op de latere globen wordt de lengte niet den geheelen cirkel rond, maar van 0 tot 180° oost en de andere helft van 0 tot 180° west geteld, en gaan de eerste meridianen of over *Parijs* of *Greenwich*, naar dat het Fransche of Engelsche globen zijn.

Om echter de middags-cirkels van alle plaatsen des aardbols te hebben, dienen de koperen cirkels of ringen, in welken de hemel- en aardgloben, door hare polen, worden opgehangen; het vlak van den koperen meridiaan, welks oostzijde in graden verdeeld is, deelt elke globe in twee gelijke deelen; dit vlak gaat door de beide polen, het toppunt en benedenpunt van den houten horizon: zoo dat het toppunt van den houten horizon zich in het midden boven den horizon in den koperen middags-cirkel bevindt. De gezegde zijde van den koperen meridiaan van de globe is in vier quadranten verdeeld, waarvan twee hunne telling bij den evenaar beginnen, en tot de beide polen gaan, terwijl de telling der beide andere afdeelingen haren aanvang bij de polen neemt, en aan de linie eindigt; de regte lijn, die langs het vlak van den meridiaan den houten horizon midden doorsnijdt, ligt regt zuiden en noorden, en wijst dus het zuiden en noorden in den horizon aan.

§ 181. *Parallellen* of *evenwijdige cirkels* zijn kleine cirkels, die alle evenwijdig aan de linie zijn, en die door punten op de globe, door de omwenteling om hare as, beschreven worden. Schoon elk bijzonder punt, van een' halven meridiaan, zijn' bijzonderen parallelcirkel heeft, vindt men ze echter op de aardgloben maar van 5 tot 5° of van 10 tot 10° aangeduid.

De koperen meridiaan van elke globe is voorzien van eenen kleinen koperen cirkel, welks middelpunt de pool is; deze cirkel heet *uurcirkel*; hij is in tweemaal twaalf gelijke deelen verdeeld; waarvan de twaalf deelen op de westelijke helft geschikt zijn, om de namiddagsuren of van den middag tot aan middernacht aan te wijzen, terwijl de twaalf gelijke deelen aan de oostelijke zijde, de voormiddagsuren voorstellen. Aan het einde van de as is een wijzertje, dat met de globe om hare as rond draait, en waardoor op het uurcirkeltje de grootte dier omdraaijingen bepaald kan worden.

Verder heeft men bij de globen een' lossen, in graden verdeelden

koperen boog, die ruim de grootte heeft van *één* vierde van eenen grooten cirkel der globe, welke in graden verdeeld is, en die men door eene klemschroef naar verkiezing op den koperen meridiaan kan vastzetten. Plaatst men dezen koperen boog, *verticaal* of *quadrant* van de globe genoemd, in het toppunt van den horizon, zoo kan men door dezen de hoogte van elk punt op de globe, in graden, boven den horizon bepalen. De *verticaal* heeft voornamelijk ten doel, om de hoogte der sterren, op de globe aangeduid, boven den horizon te bepalen, als ook, om de juiste punten des horizons aan te duiden, boven welke een hemelligchaam of eenig punt van de globe zich bevindt, en eindelijk om de afstanden tusschen punten op de globe, volgens den grooten cirkel, te bepalen.

TWEEDE AFDEELING.

Vraagstukken voor de hemelglobe en oplossing van sommige derzelve door de bolvormige driehoeken.

§ 182. Ofschoon de oplossingen der sterrekundige vraagstukken, door de hemelglobe, voor den zeevarende in het algemeen niet naauwkeurig genoeg zijn, zal men echter eenige derzelve hier bijvoegen, omdat zij den eerstbeginnende vooral klare denkbeelden van deze vraagstukken kunnen geven, en zij ook door deze gemakkelijk tot eenige kennis des sterrenhemels geraken, en de sterren-groepen en sterren bij namen kunnen leeren kennen.

Eer wij echter tot de oplossing dezer sterrekundige vraagstukken overgaan, willen wij vooraf doen opmerken, dat dit onderwerp of deze mededeeling betrekkelijk het gebruik der hemel- en aardglobe hier slechts als ter loops kan plaats hebben; degenen, die zich hierin bepaald wenschen te oefenen, kunnen daartoe eene zeer uitmuntende gelegenheid vinden, in twee werkjes van DIEDERIK GEELHOED, *Onderwijs en behandeling der hemel- en aardglobe.* Beide werkjes zijn ook voor den zeeman zeer aan te prijzen.

§ 183. *Om te allen tijde de zons lengte of de zons plaats in haren weg of ecliptica te vinden?*

Hiertoe moet men gebruik maken van de cirkels, die op den houten horizon staan.

Bijvoorb. De zons plaats wordt gevraagd den 29sten December 1851, welke het derde jaar na het schrikkeljaar is; zoek in den derden van de vier gemelde cirkels, zoo de globe, die men bezigt, zoo veel cirkels heeft, de afdeeling van den 29sten December, denk van deze afdeeling eene regte lijn naar het midden der globe, dan zal deze lijn den zons weg op den horizon snijden, in het begin van den 8sten graad van het 9^{e} teeken (den steenbok); bij gevolg in den zons weg op de globe den 8sten graad van het voornoemde teeken gezocht hebbende, zal deze de zons plaats op den 29sten December 1851 zijn.

§ 184. *Om te allen tijde de declinatie der zon te vinden?*

De *declinatie* der zon of van eene ster is haar kortste of regthoekige afstand van den evennachtscirkel.

Zoek, om de declinatie door de globe te vinden, als voren, § 183, de zons lengte, of, zoo als men dit bij het gebruik der globen noemt, de *zons plaats in haren weg;* breng deze zons plaats aan den koperen meridiaan, bepaal de grootte van den boog tusschen de zons plaats en de linie, of tel hoeveel graden van de linie af tot aan de zons plaats in den meridiaancirkel gelegen zijn; de grootte van laatstgenoemden boog is de declinatie der zon: deze is zuidelijk, als de zon bezuiden de linie is, en noordelijk, als zij zich aan de noordzijde bevindt.

Bijvoorb. Den 25^{sten} Maart 1851 vindt men, dat de zon nagenoeg $4\frac{1}{4}°$ lengte heeft, of dat de zons plaats is 0 teeken $4\frac{1}{2}°$; derhalve de $4\frac{1}{2}°$ van *Aries* aan den middagcirkel gebragt hebbende, vindt men de zons plaats nagenoeg 2° benoorden de linie, en bij gevolg heeft de zon, op den 25^{sten} Maart 1851, 2° noorder declinatie.

De declinatiën der sterren kunnen, door de globe, even gemakkelijk gevonden worden, als die van de zon; bij deze behoeft echter de zons plaats niet bepaald te worden, en brengt men de ster, waarvan men de declinatie wenscht te bepalen, onmiddellijk aan den koperen meridiaan, en wordt dan even als bij de zon de declinatie op den koperen meridiaan afgeteld. De zons declinatie, alsmede die der maan, planeten en eenige vaste sterren, wordt in den *Almanak* opgegeven. In de *Verzameling van Tafelen* vindt men in tafel XXVIII ook de declinatie en regte opklimming van eenige der voornaamste vaste sterren, alsmede die der zon in Tafel LVII en LVIII.

Om de regte opklimming der zon of haren tijd na de lentesnede te vinden?

De *regte opklimming* der zon is het gedeelte van den evennachtscirkel, dat beoosten de lentesnede, tusschen het punt van ♈ en den declinatie cirkel van de zon bevat is; of de bogen ♈D, ♈CD′, ♈CD″, ♈CD‴, van de fig. van § 173, stellen de grootte der opklimming voor, naar dat het hemelligchaam zich in S, S′, S″ of S‴ bevindt. En, omdat de equator, in den tijd van 24 uren, met eene gelijkmatige beweging, door den meridiaan van iedere plaats gaat, hetwelk 15° in elk uur geeft, rekent men elke 15° gelijk één uur; deze graden van de linie tusschen het punt van ♈ en van den zons declinatie cirkel in tijd gebragt hebbende, krijgt men dus den tijd, die aanwijst hoeveel de zon later aan den meridiaan komt, dan de lente-snede, en daarom wordt de regte opklimming der zon, in tijd overgebragt, ook *zons tijd na de lente-snede* genoemd.

Om de zons regte opklimming door de hemelglobe te vinden, moet men de zons lengte of zons plaats voor het gestelde oogenblik zoeken, die aan den koperen meridiaan brengen, en vervolgens tellen hoeveel graden van den equator, tusschen het punt der lente-snede, oostwaarts aan gerekend, in den meridiaan begrepen zijn; deze boog is de gevraagde regte opklimming der zon.

Bijvoorb. De regte opklimming der zon te vinden op den 25^{sten} Maart 1851; zoek de zons plaats, welke op dien tijd is 0 teeken $4\frac{1}{4}°$; breng

die plaats der zon aan den meridiaan der globe, en zie wat graad van de linie tevens aan den meridiaan zij; men zal bevinden nagenoeg 4°, en dit geeft, naar evenredigheid van 15° op 1^u, tot tijd gemaakt $0^u\,16^m$ voor de gezochte zons regte opklimming.

Dewijl de zon in haren eigen weg schijnt voort te gaan, en zich oostwaarts te bewegen, zoo begrijpt men gemakkelijk, dat zij dagelijks meer en meer van het punt der lente-snede afwijkt, en mitsdien de regte opklimming steeds grooter wordt en tot 360° of 24^u wordt doorgeteld.

De regte opklimming van eenige ster, wordt op gelijke wijze gevonden. Bijv., van *Arcturus*, de groote ster van *Bootes;* deze ster aan den meridiaan der globe gebragt zijnde, snijdt de meridiaan den equator op $212° = 14^u\,8^m$; welke bij gevolg de regte opklimming van deze ster is.

§ 185. *De zons declinatie en regte opklimming te berekenen, als de zons lengte en hoek Aries bekend zijn.* Laat EPCpE, van de fig. van § 173, den omtrek voorstellen van den denkbeeldigen bol om de aarde, E♈C♎ stelt de linie of equator en ♑♈♋♎ den zons weg voor. Zoo heeft men, zoo als reeds is opgemerkt: de zon doorloopt den zons weg in den tijd van een jaar. Omstreeks 20 of 21 Maart is de zon in ♈, zij passeert dan de linie, hare afwijking of declinatie wordt, als P de noordpool is, noordelijk; tot in ♋ neemt de declinatie toe, en van daar tot 22 Sept. neemt zij af; de zon gaat dan weder bij ♎ door de linie, en de declinatie wordt zuidelijk; in ♑ gekomen, is de Z. declinatie der zon op het grootst, en van dien tijd, of van 22 Dec., neemt zij weder af, om in ♈ op nieuw door de linie te gaan, enz. In den klootschen driehoek ♈DS is de ∠S♈D, de hoek *Aries*, gelijk 23°28′ of wiens waarde door den *Almanak* steeds met alle juistheid te bepalen is. Verder is ♈S de zons lengte of de afstand, dien zij op de ecliptica van *Aries* heeft, en de zijde ♈D, van onzen regthoekigen klootschen driehoek ♈SD, is de regte opklimming. Is de zon in S′, dan is S′D′ de declinatie, ♈♋S′ de lengte en ♈CD′ de regte opklimming; in het derde quadrant, bijvoorbeeld, in S″, dan zijn ♈♋♎S″ de lengte en ♈C♎D″ de regte opklimming; stellen wij eindelijk de zon in S‴, zoo is S‴D‴ de declinatie, ♈♋♎S‴ de lengte en ♈C♎D‴ de regte opklimming.

Heeft men nu de zons lengte en den hoek van *Aries* gegeven, zoo zijn in dezen klootschen driehoek ♈DS bekend de zons lengte ♈S, ∠ *Aries* en de regte hoek D, en men vindt, volgens § 97, 6ᵉ *Voorb.*, voor de bepaling der declinatie of SD:

Rad. : *sin.* ♈S = *sin.* ∠D♈S : *sin.* DS, d. i.
Rad. : *sin.* ⊙ˢ *lengte* = *sin. hoek Aries* of *Libra* : *sin. declin.*

En de zons regte opklimming door:

Cot. ♈S : *rad.* = *cos.* ∠♈ : *tang.* ♈D, d. i.
Cot. ⊙ˢ *lengte* : *rad.* = *cos. hoek Aries* : *tang.* ⊙ˢ *regte opklimm.*

De zons declinatie en regte opklimming boven door de globe bepaald, kunnen, naar aanleiding dezer opgave, met meer naauwkeurigheid berekend worden. Nemen wij te dien einde uit eenig sterrekundig jaarboek de zons lengte en hoek *Aries* voor den 25^{sten} Maart 1851, zoo heeft men: ⊙ˢ lengte = $0^t\,4°\,15'\,18'' = 4°\,15'\,18''$ en ∠ *Aries* = 23° 27′ 27″, en dit geeft:

$$Rad. : sin. \Upsilon \odot = sin. \angle \Upsilon : sin. \odot^s \; declin.$$

$$Log. \; sin. \Upsilon \odot = 8,8703777$$

$$» \quad » \quad \angle \Upsilon = \underline{9,5999580}$$

$8,4703357$ is de *log. sin.* van $1^\circ \, 41' \, 33'' =$ de $\odot^s$ *declinatie.*

$$Cot. \Upsilon \odot : rad. = cos. \angle \Upsilon : tang. \odot^s \; R. \; opklimm.$$

$$Log. \; rad. + l. \; cos. \angle \Upsilon = 19,9625377$$

$$log. \; cot. \Upsilon \odot = \underline{11,1284236}$$

$8,8341141$ is de *log. tang.* van $0^u \, 15^m \, 37^s,1 =$ de $\odot^s$ *regte opklimming.*

2e *Voorb.* Den 1sten April 1851 is $\angle \Upsilon = 23^\circ \, 27' \, 27'',01$ en $\Upsilon \odot = 0^t \, 11^\circ \, 10' \, 12'',6$; *vrage* de $\odot^s$ declin. en regte opklimming. *Antw.* $\odot^s$ Declin. $= 4^\circ \, 25' \, 21'',81$ N. en hare regte opkl. $= 0^u \, 41^m \, 4^s,2$.

3e *Voorb.* Op den 10den Julij 1851 is $\angle \Upsilon = 23^\circ \, 27' \, 26'',70$ en de $\Upsilon \odot = 107^\circ \, 34' \, 20'',7$; *vrage* als voren. *Antw.* De $\odot^s$ declinatie $= 22^\circ \, 18' \, 8''$ N. en de regte opkl. $= 7^u \, 16^m \, 10^s,95$.

4e *Voorb.* Den 7den November 1851 is de $\angle \Upsilon = 23^\circ \, 27' \, 27'',96$ en $\Upsilon \odot = 224^\circ \, 30' \, 43'',3$; *vrage* als voren. *Antw.* De $\odot^s$ Z. declin. $= 16^\circ \, 12' \, 17'',52$ en de $\odot^s$ regte opkl. $14^u \, 48^m \, 11^s,05$.

5e *Voorb.* Den 1sten Februarij 1851 is de $\angle \Upsilon = 23^\circ \, 27' \, 26'',07$ en de $\odot^s$ declin. $= 17^\circ \, 10' \, 48''$; *vrage* de $\Upsilon \odot$ en $\odot^s$ R. opkl. *Antw.* De $\odot^s$ lengte $= 312^\circ \, 5' \, 44'',33$ en R. opkl. $= 20^u \, 58^m \, 14^s,8$.

§ 186. *Om te vinden, hoe laat eenige ster door den meridiaan gaat.*

Zoek eerst, volgens § 183, de zons plaats, breng deze aan den meridiaan der globe, en stel den uurwijzer op 12^u. Draai vervolgens de globe om, tot dat de begeerde ster aan den meridiaan komt, dan zal de uurwijzer den tijd aanwijzen van het oogenblik, dat de ster door den meridiaan gaat. Bijv. Den 6den April van eenig jaar begeer ik te weten, wanneer *Regulus*, of het hart van den leeuw, door den meridiaan gaat? Op den 6den April is de zons lengte 16° in Υ. Ik breng daarom de 16de graad van den zons weg op de globe aan den middagscirkel, en stel den uurwijzer op 12^u; vervolgens de globe westwaarts omdraaijende, tot dat *Regulus* aan den middagscirkel komt, bevind ik den uurwijzer te staan op nagenoeg 9^u, hetgeen aanduidt, dat deze ster des avonds omstreeks te 9^u door den meridiaan gaat.

Omtrent den tijd van doorgang der hemelligchamen zullen wij nog het volgende opmerken: 1°. De tijd van doorgang der *zon*, in *zonne* of *waren tijd*, is te $0^u \, 0^m \, 0^s$; brengt men dezen *zonnetijd* door de *tijdvereffening* tot *middelbaren tijd*, zoo heeft men den tijd van zons doorgang, uitgedrukt in *middelbaren tijd.* 2°. Om den sters doorgang in zonnetijd te vinden, *trekt men van de sters regte opklimming de zons regte opklimming af*, de eerste des benoodigd met 24^u vermeerderende.

Volgens Tafel XXVIII der *Verzameling van Tafelen* is de regte opklimming van *Regulus* in $1850 = 10^u \, 0^m$ en, volgens Taf. LVIII, de $\odot^s$ R. opklimm., d. 6n April, $= \underline{1. \; 0}$

$9^u \, 0^m$, en dus gaat, den 6den April 1850, de ster *Regulus* te 9^u door den meridiaan.

Zie verder onze *Verklaring van den Almanak ten dienste der zeelieden*, den 3n druk, bl. 58, enz.

§ 187. *Om de hemel globe overeenkomstig met den sterrenhemel te stellen.*

Stel de globe, *vooreerst*, op eene tafel of een vlak, dat evenwijdig met den horizon is, zoodat de horizon van de globe evenwijdig met den waren horizon zij. *Ten tweede*, breng de pool van de globe zoo veel graden en minuten boven den houten horizon, als de breedte van de plaats is. *Ten derde*, plaats de globe, door middel van een kompas, zoodanig, dat de koperen meridiaan zich regt zuiden en noorden uitstrekke; dit gedaan zijnde, zullen de lijnen en cirkels van de globe met de gestelden aan den sterrenhemel, welke zij voorstellen, overeenkomen; namelijk de as van de globe zal aan die van den aardbol evenwijdig zijn, zoodat hare noordpool naar de noordpool, en hare zuidpool naar de zuidpool des aardbols zal wijzen. De evennachtscirkel van de globe zal in het vlak van den evennachtscirkel van den hemel zijn, en al de streken, zoo als het oosten, westen, zuiden en noorden van den houten horizon, zullen naar de gelijknamige streken van den waren horizon gerigt zijn. Als men nu de globe om hare as van het westen naar het oosten ronddraait, zullen de verschijnselen der dagelijksche schijnbare beweging van den sterrenhemel van het oosten naar het westen gemakkelijk door de globe verklaard worden.

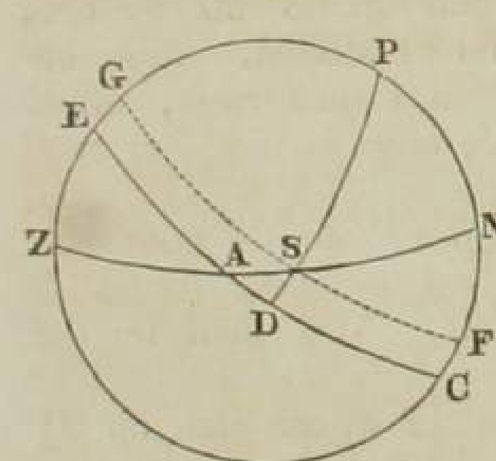
Brengt men de plaats der zon aan den koperen meridiaan der hemelglobe, en stelt men den beweegbaren uurwijzer alsdan op 12^u, zoo kan men vervolgens de globe op elk uur stellen, dat men verkiest, en dan zullen telkens de sterren op de globe in overeenstemming staan met de sterren aan den hemel, en de hoogte en de stand der sterren op de globe zullen overeenkomen met die der sterren, op dat oogenblik voor de gestelde plaats der aarde aan den hemel te zien. Stel, men vraagt, den 11den Januarij, van eenig jaar op $53^\circ \, 20'$ N. br., de hemelglobe overeenkomstig den sterrenhemel te stellen. Men bepaalt nu vooreerst de zons plaats, zijnde 21° in *Capricornus*, of de lengte is op het gestelde oogenblik, volgens de opgave van den rand der globe of eenig sterrekundig jaarboek, gelijk 291°. Dit punt wordt aan den meridiaan gebragt, de wijzer op 12^u en de noordpool op $53^\circ \, 20'$ gesteld. De globe wordt nu zooveel omgezet totdat de koperen meridiaan zich juist N. en Z. bevindt. Wil men nu den stand der sterren, bijv. te $9\frac{1}{2}$ ure 's avonds, weten, zoo draait men de globe om hare as naar het westen, totdat de wijzer zich op $9\frac{1}{2}^u$ bevindt, dan zal de globe geplaatst zijn overeenkomstig met den stand der sterren aan den hemel met betrekking tot de aarde te $9\frac{1}{2}^u$'s avonds op de gegevene plaats.

§ 188. *Om te vinden, in welke streek van den horizon de zon of eenig ander hemelligchaam op- of ondergaat.*

Stel eerst, de hoogte der pool van de globe boven haren horizon gelijk aan de breedte van de plaats, daar men zich bevindt. Zoek de zons plaats, en teeken die op de globe in den zons weg aan; draai vervolgens de globe naar het oosten, totdat de zons plaats aan den houten horizon komt, dan zal de zons plaats het punt of de streek van den horizon aantoonen, daar de zon dien dag is opgekomen; brengt men de zons plaats, of het punt, daar de zon zich bevindt, door het omdraaijen der globe, aan den wester horizon, zoo zal dat punt aldaar aanwijzen, waar de zon zal ondergaan. *Bijvoorb.* Om te vinden, waar de zon, den 27sten April, moet opkomen, als men op 47° 30′ N. breedte is? Stel de noordpool van de globe op 47° 30′ boven den N. horizon, zoek het punt der zons plaats of de lengte, stel die 36° 49′, breng dit punt aan het ooster deel van den horizon, dan zal dit den ooster horizon nagenoeg 21° benoorden het oosten snijden, en dus de zon, op dien dag, en op die breedte, 21° benoorden het oosten moeten opkomen. Vervolgens de globe naar het westen draaijende, zal de zons plaats den wester horizon 21° benoorden het westen snijden; weshalve de zon ook 21° benoorden het westen zal ondergaan. Deze bogen of *afstanden van het oosten, bij de opkomst, en van het westen, bij den ondergang, beiden op den horizon gerekend, worden amplituden van het hemelligchaam genoemd.* Om op de genoemde breedte, bijv., te vinden, waar de leeuwenstaart moet op- of ondergaan heeft men: breng de ster aan den ooster horizon, welken zij 25° benoorden het oosten snijdt; bijgevolg zal zij 25° benoorden het oosten opkomen. Vervolgens de ster naar het westen in den horizon gekeerd zijnde, zal men zien, dat zij ook 25° benoorden het westen ondergaat.

Daar eene naauwkeurige kennis van de *amplitude* nuttig kan zijn in het bepalen van de miswijzing der kompassen, en zij door de globe niet dan ten naastenbij kan worden bepaald, zullen wij het vinden dier bogen ook door berekening hier nader doen kennen en door eenige voorbeelden ophelderen.

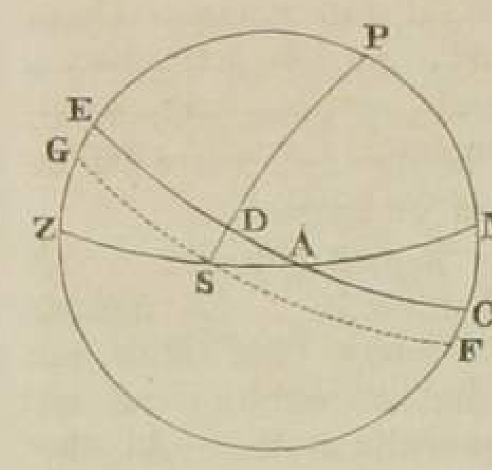
1e *Voorb.* Op 43° 15′ N. breedte zijnde, en de zon 17° 30′ N. declinatie hebbende, de plaats van haren waren op- en ondergang te vinden.



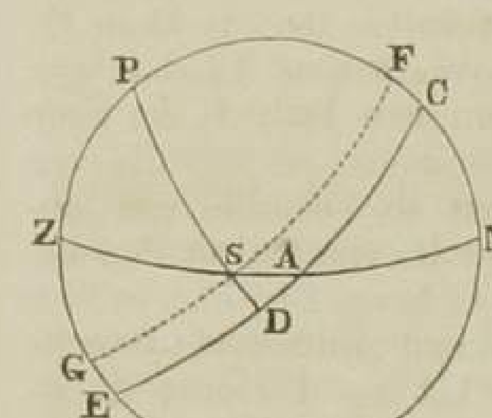
Laat, in deze en de drie volgende figuren, ZPNZ de meridiaan, en PN, of PZ in de 3e en 4e fig., de poolshoogte of breedte voorstellen van de plaats, waarvoor men den op- of ondergang wil berekenen. Stel verder, dat ZN de horizon, P de pool, EC de linie, GS, Fig. 1 en 2, en SF in Fig. 3 en 4 de halve dagcirkels en DS de declinatie is van het hemelligchaam bij zijnen op- of ondergang. Zoo heeft men: het hemelligchaam moet zich in den boog GF bij zijn' op- of ondergang in S, in den horizon bevinden. Daar de linie en de horizon zich in het oosten en westen snijden, zoo is het punt A het oosten of westen, naardat de fign. ons de oostelijke of westelijke zijden des hemels voorstellen, en dus is AS de boog, die het hemelligchaam bij den opgang heeft van het oosten of bij den ondergang van het westen, welke boog AS *amplitude* genoemd wordt, en die hier berekend moet worden. Stelt men door de plaats S van het hemelligchaam, in den horizon, en de pool P een' grooten boog PSD, zoo is DS de declinatie en PS de pools afstand. Verder is GF aan de N. of

Z. zijde der linie gelegen, naar dat de declinatie van het hemelligchaam noord of zuid is.

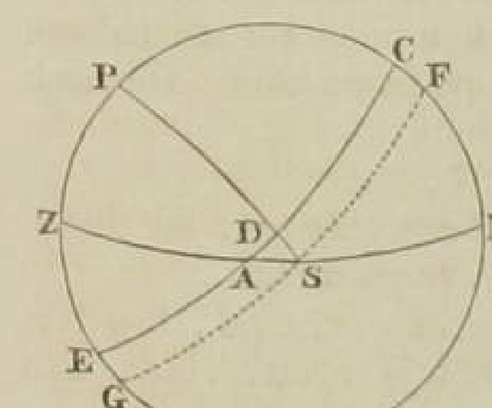
Het gegeven voorb. op deze fig. toepassende, is in den bolvormigen driehoek ASD, regthoekig in D, $\angle A = 46^\circ 45'$, zijnde het complement der breedte, $PN = 43^\circ 15'$ en $DS = 17^\circ 30'$, de N. declinatie; om nu AS te vinden, heeft men, volgens de regelen der bolvormige driehoeks rekening $sin. \angle A : sin. DS = rad. : sin. AS$, en dit geeft: $sin. Amplitude = rad. \times sin. declin. : cos. breedte$, en hierdoor krijgt men $AS = 24^\circ 23'$; dus is de ware opgang der zon 24° 23′ benoorden het oosten. En even zoo vele graden zal de zon benoorden het westen moeten ondergaan, als men de declinatie van de zon 's avonds even groot stelde als des morgens, dat echter, bij de verandering van declinatie in den loop van den dag, niet mag aangenomen worden.



2. Gegeven zijnde de N. breedte $= PN = 39^\circ 30'$; de zons Zr. declinatie $SD = 13^\circ 40'$; te vinden AS, den waren opgang der zon buiten het oosten. In den driehoek ADS is nu bekend, de $\angle DAS = 50^\circ 30'$, het complement der poolshoogte, $DS = 13^\circ 40'$, de zons declinatie, en de $\angle D$ is regt; en dit geeft weder $sin. \angle A : sin. DS = rad. : sin. AS$. En het antw. is: $AS = 17^\circ 50'$; zoodat de zon 17° 50′ bezuiden het oosten moet opkomen.



3. Op de Zr. br. van 21° 30′ zijnde, te vinden den waren opgang van *Sirius;* stel hare Z. declin. 16° 26′, zoo is PZ in deze gelijk 21° 30′, enz. en AS hare ware opgang, die gezocht moet worden. Volgens boven aangevoerde vindt men $AS = 17^\circ 42'$; weshalve *Sirius* 17° 42′ bezuiden het oosten opkomt, en bezuiden het westen ondergaat.



4. Op 25° Z. breedte wordt gezocht den waren opgang van eene ster, welke 12° 59′ noorder declinatie heeft.

In den driehoek ADS is de $\angle A = 65^\circ$, $SD = 12^\circ 59'$, de $\angle D$ regt, en AS de ware opgang der ster, die gezocht moet worden. Men vindt $AS = 14^\circ 21'$, zoo dat de genoemde ster op de gestelde plaats 14° 21′ benoorden het oosten moet opkomen, en benoorden het westen moet ondergaan.

Het Amplitude kan mede door den klootschen driehoek PSN of PSZ berekend worden, want men heeft in dien driehoek bekend PN of $PZ =$ de breedte, $PS =$ de poolsafstand, en AS is in grootte bekend, zoodra men den boog NS of ZS berekend heeft.

Het amplitude kan ook onmiddellijk door Tafel X der *Verzameling* bepaald worden.

§ 189. *Om op alle tijden en breedten te vinden, hoe laat er de zon moet opkomen of ondergaan.*

Stel de hoogte der pool naar de breedte van de plaats, breng de zons plaats aan den koperen meridiaan en den uurwijzer op 12^u, draai nu de globe naar het oosten, tot dat het punt, waar zich de zon volgens hare lengte bevindt, aan den ooster horizon komt; zie welk uur de uurwijzer aanwijst, en dit zal het uur zijn, waarop de zon moet opkomen. Vervolgens de zons plaats aan den wester horizon gebragt hebbende, zal de wijzer den tijd aanwijzen van het oogenblik, dat zij ondergaat.

Bijvoorb. Op 43° 30′ N. breedte zijnde, vraagt men, hoe laat de zon moet opkomen den 27^{sten} Julij 1846? Men vindt de zons plaats op dien dag 4° 1′ in ♌. Ik stel de pool van mijne globe 43° 30′ boven den N. horizon, en breng den 4^{den} graad van den leeuw aan den middags cirkel; dan den uurwijzer op 12^u stellende, breng ik den 4^{den} graad van *Leo* aan den ooster rand van den horizon der globe, en vind voor den tijd $4\frac{3}{4}^u$; weshalve de zon kwartier voor vijven moet opkomen; de zons plaats aan den wester horizon gebragt hebbende, zoo wijst de uurwijzer, dat de zon kwartier over zeven uren ondergaat.

De tijd des op- en ondergangs van eenig hemelligchaam wordt naauwkeuriger gevonden door onmiddellijke berekening. De figuren der voorgaande § zijn daartoe dienstbaar. De boog GSF stelt ons de loopbaan voor van het hemelligchaam van het oogenblik, dat het in F of G in den beneden- of in den bovenmeridiaan is. Als het hemelligchaam in F is, zoo is D in C, is het in G, zoo is D in E, en het is duidelijk, dat D in 12^u een' halven omtrek of 180° aflegt. De boog DC = ∠DPC en ED = het supplement van DC. Is nu S de zon, zoo is in 1 en 2 de boog DC de tijd van opkomst en DE die van ondergang, en in 3 en 4 DE die van opkomst en DC die van ondergang. Voor alle andere hemelligchamen zijn het bogen *na* den beneden doorgang of *voor* den bovendoorgang. De boog DC kan in den regthoekigen bolvormigen driehoek door het bekend zijn van de breedte en declinatie berekend, en vervolgens tegen 15° op 1^u tot tijd gemaakt worden. De bogen DC of DE worden berekend in de driehoeken PSN of PSZ, door op te merken, dat DC = ∠DPC en DE = ∠DPE is. In de driehoeken PSN of PSZ kan men nu als bekend aannemen: PN of PZ = de breedte, PS = de pools afstand. De hoek SPN of SPZ vindt men door deze evenredigheid:

rad. : *tang.* PN = *cotang.* PS : *cos.* ∠SPN,
rad. : *tang. breedte* = *tang. dec.* : *cos. tijd van opkomst*, en dus
log. cos. tijd v. opk. = *log. tang. br.* + *log. tang. declin.*

1^e *Voorb.* Op 43° 30′ N. breedte zijnde, wordt gevraagd, hoe laat de zon moet opkomen, als zij 19° 16′ N. declinatie heeft? *Antw.* Ten $4^u\ 42^m$.

In dezen heeft men nu PN = 43° 30′, DS = 19° 16′, en dit geeft:

log. tang. dec. = 9,5434994
» » *br.* = 9,9772500
9,5207494 *log. cos.* van $4^u\ 42^m$.

2^e *Voorb.* Op 43° 33′ N. breedte zijnde, te vinden, hoe laat er de zon moet opkomen of ondergaan, als hare zuider declinatie 19° 41′ is?

Antw. De zon komt er te $7^u\ 19^m$ op en gaat te $4^u\ 41^m$ onder, als namelijk de opgegevene declinatie voor beide oogenblikken gelijk genomen wordt. In deze is de declinatie, fig. 2, § 188, DS = 19° 41′, en dus PS = PD + DS = 109° 41′; verder is PN = 43° 30′, de hoek PNS = 90°, en vindt men den ∠SPN aldus:

R. : *tang.* PN = *cot.* PS : *cos.* ∠SPN.
Log. cot. PS = 9,5535477
» *tang.* PN = 9,9772500
9,5307977 *log. cos.* van $7^u\ 19^m$; zijnde de tijd van opkomst, en dus de tijd van ondergang = $12^u - 7^u\ 19^m = 4^u\ 41^m$.

3^e *Voorb.* Iemand op 35° 25′ Z. breedte zijnde, terwijl de zon 16° 40′ noorder declinatie heeft, vraagt, hoe laat er de zon moet op- of ondergaan? *Antw.* De zon gaat op te $6^u\ 49^m$ en onder te $5^u\ 11^m$.

Stel PZ, fig. 4, § 118, de zuider poolshoogte en PS de pools afstand, zoo heeft men PZ = 35° 25′ en PS = 106° 40′, ∠PZS regt, en men vindt $6^u\ 49^m$ voor den tijd van opkomst en $5^u\ 11^m$ voor den tijd van ondergang.

4^e *Voorb.* Iemand is op 35° 25′ Z. breedte, en de zon heeft 16° 40′ Z. declinatie; *vrage* hoe laat er de zon moet opkomen of ondergaan? *Antw.* De zon komt er op, indien de gegevene declinatie voor het oogenblik van opkomst is, te $5^u\ 11^m$, en gaat te $6^u\ 49^m$ onder, als de declinatie voor den tijd van ondergang is.

Laat in fig. 3, § 188, PZ de Z. breedte en PS de pools afstand voorstellen, zoo is de ∠ZPS = $5^u\ 11^m$ de tijd van opkomst en het supplement van dien tijd, of $6^u\ 49^m$, de tijd van ondergang.

De *zons ware* of de tijd van opkomst of ondergang der zon, kan ook onmiddellijk door Tafel XI gevonden worden. Wil men de tijden van op- of ondergang met naauwkeurigheid berekenen, zoo diene men de declinatie met alle juistheid voor het oogenblik van op- of ondergang vooraf te bepalen. — De tijd, dien men op die wijze verkrijgt, is *zonne-* of *ware tijd*, die vervolgens, des verkiezende, door de *tijdvereffening* tot *middelbaren tijd* kan gebragt worden.

§ 190. De volgende voorbeelden kunnen verder tot oefening strekken in het berekenen van de amplituden en de tijden van op- en ondergang, en het teekenen van daarbij behoorende figuren.

1^e *Voorb.* Iemand op 42° 30′ N. br. zijnde, en de zon 20° 11′ N. declin. hebbende, vraagt hoe laat zij aldaar, naar den waren of zonnetijd, zal opkomen en waar? *Antw.* De zon komt op te $4^u\ 41^m$, 27° 54′ benoorden het oosten.

2^e *Voorb.* Op 52° 23′ N. br. en 11° 9′ N. declin. der zon, vraagt men als voren? *Antw.* De zon komt op te $5^u\ 1^m$, 18° 28′ ben. het O.

3^e *Voorb.* Stel, men is op 56° 30′ N. br., en de zon heeft 22° 50′ Z. declin. bij hare opkomst of ondergang; men vraagt de tijden van op- of ondergang en waar? *Antw.* De opkomst zoude zijn, naar den waren tijd, te $8^u\ 38^m$, 44° 40′ bez. het O., of zij gaat onder te $3^u\ 22^m$, 44° 40′ bez. het W.

4^e *Voorb.* Als de zon bij haren ondergang of bij hare opkomst 23° 28′ N. declin. heeft en men op 34° 20′ Z. br. is, zoo vraagt men hare tijden en plaatsen van ondergang en opgang? *Antw.* De zon gaat op te 7^u 9^m, 28° 50′ ben. het O., en onder te 4^u 51^m, 28° 50′ ben. het W.

5^e *Voorb.* Op het oogenblik van de zons opkomst heeft zij 23° 11′ Z. declin., en men is op 40° 50′ Z. br.; *vrage* den tijd en de plaats der zons opkomst? *Antw.* De zons opkomst heeft plaats te 4^u 33^m, op 31° 21′ bez. het O.

6^e *Voorb.* Men is op *eenige breedte*, de zons declin. is óf bij hare opkomst óf bij haren ondergang juist nul of in de linie; *vrage* als voren? *Antw.* Zij komt te 6^u juist in het O. op en gaat onder in het W. te 6^u en de breedte is....

7^e *Voorb.* Men is op 90° breedte en de zon is in de *linie*; *vrage* den tijd en de plaats van hare opkomst? *Antw.* . . .

8^e *Voorb.* Iemand onder de linie zijnde, terwijl de zon 20° N. of 20° Z. decl. heeft, *vraagt* als voren? *Antw.* . . . .

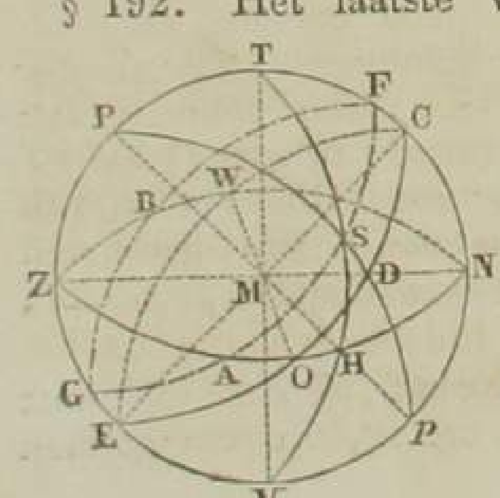
9^e *Voorb.* Men is op 0° breedte en de zon is in de linie; *vrage* als voren? *Antw.* . . .

§ 191. *Om op elk gegeven uur en plaats de hoogte of het azimuth der zon of van eene ster te vinden; of in het algemeen eenige termen van den toppunts driehoek gegeven zijnde, de overige te vinden.*

Bijvoorb. De hoogte der zon en haar azimuth te vinden, den 23sten Augustus 1846, 's morgens ten 10^u, als men op 33° 30′ N. breedte is? Stel de noordpool van de globe op 33° 30′ hoogte, zijnde de breedte der gegevene plaats; breng de zons plaats (welke juist in *Virgo* is) aan den meridiaan en den uurwijzer op 12^u; draai vervolgens de globe oostwaarts, tot dat de uurwijzer op 10^u vóór den middag, zijnde het gegevene uur van den dag, komt te staan; maak den koperen verticaal in het toppunt, dat is in het hier gegevene voorbeeld, op 33° 30′ vast; leg den verticaal, die om een stifje draaibaar en in graden is verdeeld, over de zons plaats; tel dan hoe vele graden van den verticaal tusschen den horizon en de zons plaats begrepen zijn; in het hier gegevene voorbeeld bedraagt dit omstreeks 56, en dus is de hoogte van het hemelligchaam gelijk aan 56°.

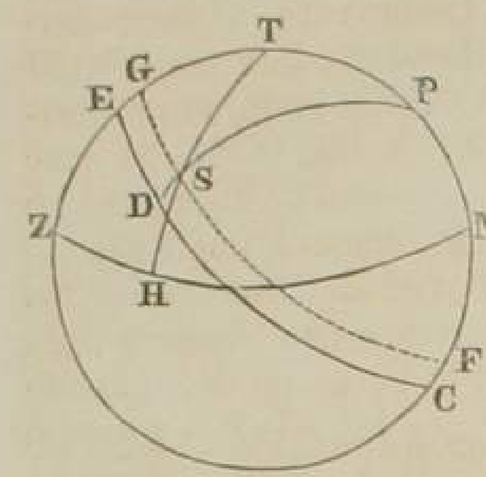
Door *azimuth* van eenig hemelligchaam *verstaat men dien boog van den horizon, welke vervat is tusschen den gezegden verticaal en den meridiaan van de plaats.* In ons voorb. valt de verticaal bij 122° beoosten het noorden op den horizon, en is mitsdien, in dit voorbeeld, volgens de globe, het zons azimuth 122° beoosten het noorden.

§ 192. Het laatste voorstel bevat eene korte aanwijzing van den toppunts driehoek. Wij zullen dit vraagstuk ook voor bolvormige driehoeken ter oplossing eenigzins nader verklaren. Stel, dat zich in M het middelpunt der aarde bevindt, dat ZTNVZ eenen grooten bol voorstelt, dien men om de aarde zich kan voorstellen. Nemen wij aan, dat zich op eenig punt der aarde een waarnemer bevindt, en laten wij door dat punt en M eene regte lijn gaan, die het oppervlak des gen. bols in de punten T en V ontmoet,



zoo is TV de top- en voetlijn, T het toppunt (*zenith*) en V het voetpunt (*nadir*) van den waarnemer. Het onbepaalde vlak, dat men in M regthoekig door TV kan stellen, of het vlak ZONW, is de ware horizon, en deze wordt door de vier punten Z, O, N en W in de vier hoofdstreken van den horizon, of in zuiden, oosten, noorden en westen verdeeld. De breedte, of de afstand, dien iemand heeft van de linie, is steeds gelijk aan de hoogte der pool boven den horizon; dus is de boog TC gelijk aan de hoogte der pool boven den horizon, en dus gelijk aan den boog PZ. Veronderstel dat P*p* eene lijn is, gaande door de polen der aarde, zoo is zij ook de as des hemels, om welke alle bewegingen der hemelligchamen voor de aarde plaats hebben, en het cirkelvlak COEWC door M regthoekig op P*p*, de equator of linie. Veronderstellen wij, dat zich eenig hemelligchaam in S bevindt, zoo kan men door P*p*, TV en het punt S door het punt M vlakken stellen, die ons de bogen PS*p* en TSV op onzen gestelden bol zullen geven; de boog SD stelt nu de *declinatie* voor van het hemelligchaam, en SH is zijn afstand van den horizon of de *hoogte*, in beide gevallen voor het oogenblik, dat het hemelligchaam zich in S bevindt. Wij hebben nu drie bogen doen kennen, namelijk PZ gelijk aan de breedte, SD de declinatie en SH de hoogte; de complementen dezer bogen geven juist den driehoek PTS, want PT is het complement van PZ, PS van DS en TS van SH; of van den driehoek PTS is PT het *complement der breedte*, PS de *poolsafstand van het hemelligchaam*, en TS het *complement der hoogte*. Uit de constructie der figuur is blijkbaar, dat het hemelligchaam in S zich juist boven het punt H van den horizon bevindt; de boog ZH geeft ons dus den afstand te kennen, dien het hemelligchaam had van het zuiden, toen het in S was; deze boog ZH wordt het *azimuth* genoemd, en daar $TZ = TH = 90°$, zoo is dus $\angle ZTH = ZH$. (§ 89)

Als het punt S zich in F bevindt, zal het punt D in C zijn; de boog DC als ook ED geven dus den tijd te kennen, dien het hemelligchaam noodig heeft, om zich van S tot F of van G tot S te begeven; die bogen DC of EC zijn derhalve de maten der tijden, die een hemelligchaam in S van den meridiaan PC*p*P verwijderd is. De bogen DC of DE zijn weder gelijk de hoeken SPT of SPZ, die *tijd-* of *uurhoeken* genoemd worden. Stel, dat zich de zon in G bevindt, zoo is zij in den benedenmeridiaan PG*p*, en op dat oogenblik is het middernacht. Door hare schijnbare beweging komt zij vervolgens in A aan den horizon, het is het oogenblik, dat de zon opkomt. Van A tot F rijst de zon en komt in F in den boven-meridiaan; het is alsdan middag. Van daar daalt de zon, komt in B of aan den westelijken horizon, en gaat vervolgens weder onder. Indien men nu konde aannemen, zoo als dit bij de vaste sterren zonder aanmerkelijke feil kan plaats hebben, dat de zon in haren schijnbaren omloop in één etmaal, of van G tot G terugkeerende, niets in declinatie veranderde, zou GFG een cirkel zijn, evenwijdig aan de linie. Bij de zon kan men echter die evenwijdigheid niet aannemen, en is GAF eene kromme lijn, die bij toenemende declinatie zich allengskens van de linie verwijdert, en bij afnemende declinatie weder tot de linie terugkeert.



De voorgaande fig. is, zoo als hier nevens is aangetoond, voor eenige vereenvoudiging vatbaar. Stel, men is op noorder breedte met noorder declinatie, zoo brenge men de pool boven den N. horizon en GF aan de noordzijde van de linie, — was de declinatie zuidelijk, zoo zoude GF aan de zuidzijde van EC gebragt moeten worden. Is de breedte en declinatie gelijknamig, zoo is PS gelijk PD—DS en ongelijknamig gelijk PD + DS.

Het aangevoerde zal wel genoegzaam zijn, om het gestelde vraagstuk op te helderen: in den klootschen driehoek STP zijn dan TP, het complement der breedte, PS de poolsafstand, TS het complement der ware hoogte, ∠TPS de uurhoek, de ∠STP het azimuth, en de ∠TSP de standhoek; zoo nu slechts drie van de zes termen van den driehoek STP gegeven zijn, kunnen de andere door de gewone regelen der bolvormige driehoeken gemakkelijk berekend worden.

1e *Voorb.* Men is op 47° 20′ N. breedte, de ware hoogte der zon is 37° 12′ en hare noorder declinatie op dat oogenblik 19° 20′; *vrage* den tijd en het azimuth?

Door deze gegevens heeft men in den driehoek SPT bekend: TP = 42° 40′, SP = 70° 40′ en TS = 52° 48′, en men vindt volgens § 102,

1°. voor den uurhoek:

TP =	42° 40′	*Log. cosec.*	0,1689420
ST =	52. 48		
en PS =	70. 40	» »	0,0252082
som =	166° 8′		
½ *som* =	83. 4		
½ *som* — TP =	40. 24	*log. sinus*	9,8116554
½ *som* — PS =	12. 24	» »	9,3319035
		som	19,3377091
	½ »		9,6688546 *log. sin.* van $1^u\,51^m\,14^s$

(2

dus ∠SPT = $3^u\,42^m\,28^s$.

Derhalve is de uurhoek SPT gelijk $3^u\,42^m\,28^s$; is nu de hoogte voor den middag, en de declinatie voor het oogenblik der waarneming berekend, zoo is de zonne of ware tijd gelijk aan $3^u\,42^m\,28^s$ *vóór* den tijd of het oogenblik van doorgang of van 12^u, en het is dan $8^u\,17^m\,32^s$'s morgens; was de hoogte na den middag genomen, zoo zoude de uurhoek gelijk zijn aan den tijd, en het zoude alsdan $3^u\,42^m\,28^s$ zijn.

2°. Om het azimuth te vinden, heeft men in driehoek TSP den ∠STP te berekenen:

TP =	42° 40′	*log. cosec.*	0,1689420
ST =	52. 48	» »	0,0987979
en PS =	70. 40		
som =	166° 8′		
½ *som* =	83. 4		
½ *som* — TP =	40. 24	*log. sinus*	9,8116554
½ *som* — TS =	30. 16	» »	9,7024523
		som =	19,7818476
	½ » =		9,8909238 *log.sin.* v. 51°4′ = ½∠STP,

en dus ∠STP = 102° 8′,

en derhalve is het azimuth, in de veronderstelling van eene voormiddags waarneming, gelijk 102° 8′ beoosten het noorden, en bij eene namiddags waarneming zoude het azimuth 102° 8′ bewesten het noorden zijn.

Aanmerking. Het is duidelijk, dat men, in het boven ontwikkelde voorbeeld den uurhoek berekend hebbende, het azimuth ook door deze evenredigheid

sin. ST : *sin.* ∠TPS = *sin.* SP : *sin.* ∠STP kan vinden.

§ 193. Men vraagt, naar aanleiding van het hier aangevoerde, figuren te ontwerpen en verder de wijze van bewerking of oplossing voor te stellen, voor de volgende gevallen:

1°. Voor N. breedte, van een hemelligchaam, dat grooter N. declinatie heeft dan de breedte groot is?

2°. Voor 0° breedte met N. en Z. declinatie?

3°. Voor eene plaats op zuider breedte met N. en Z. declinatie?

4°. Voor 90° N. en Z. breedte en de declin. gelijk en ongelijknamig met de breedte alsmede voor 0° declinatie?

5°. Geven deze voorstellen ook tot eenige opmerkingen aanleiding, als men vòòr S de zon of eenig ander hemelligchaam stelt?

Verdere Voorbeelden tot oefening.

1e *Voorb.* Er is gegeven de N. br. = 52° 32′, de zons declin. zuid = 15° 20′, en de ware hoogte der zon is 18° 10′ vóór den middag; *vrage* den uurhoek en het azimuth? *Antw.* De uurhoek $1^u\,48^m\,52^s$ en het azimuth 152° 20′ beoosten het noorden.

2e *Voorb.* Men is op N. br., de zons noorder declin. is 22° 30′, de zons ware hoogte 16° 20′ en de uurhoek der zon, op het oogenblik der waarneming, $5^u\,25^m\,20^s$; *vrage* het zons azimuth en de breedte? *Antw.* Het azimuth der zon is 72° 8′ beoosten het noorden en de noorder breedte 23° 40′.

3e *Voorb.* Op N. br. zijnde, schiet iemand de zon vóór den middag, en vindt voor hare ware hoogte 18° 10′; als nu de zons declin. op dien oogenblik 15° 20′ zuid en het naar zonne of ware tijd $10^u\,11^m\,8^s$ is, zoo vraagt men het azimuth en de breedte van de plaats der waarneming? *Antw.* De N. br. is 52° 32′ en het azimuth 152° 20′ beoosten het noorden.

4e *Voorb.* Men is op N. br., de zon heeft 16° 20′ N. declin., haar azimuth is 81° 20′ beoosten het noorden en hare ware hoogte 20° 30′; *vrage* den uurhoek, den zonnetijd en de breedte? *Antw.* De uurhoek is $4^u\,59^m\,6^s$, het is $7^u\,0^m\,54^s$'s morgens naar den zonnetijd en de N. br. is 26° 12′.

5e *Voorb.* Iemand is op N. br., de zon heeft 10° Z. declin., op het oogenblik, dat de ware hoogte der zon is 32° 30′, en men peilt haar toen 45° beoosten het zuiden; *vrage* de breedte en den uurhoek? *Antw.* Men is op 35° 29′ N. br. en de uurhoek is $2^u\,29^m\,4^s$.

§ 194. *Om de sterren aan den hemel te leeren kennen, door middel van de globe.*

Hiertoe wordt voornamelijk vereischt, dat men, te allen tijde, de hemelglobe met den hemel weet gelijk te stellen; in § 187 is geleerd, hoe dit geschieden kan. Zoo men dan de sterren wil weten, die op een' gegeven dag 's morgens voor zons opgang, bijvoorb., ten 2^u boven den horizon zijn, moet men de globe, als de zons plaats van dien dag aan den meridiaan gebragt en de uurwijzer op 12^u gesteld is, zoo verre naar het oosten omdraaijen, tot dat de uurwijzer op 2^u na middernacht staat; de globe zal dan niet alleen aantoonen, welke sterren op dien tijd boven den horizon zijn, maar ook, welke nabij het toppunt of nabij de kim staan, alsmede welke sterren zich in het oostelijk, westelijk of welk gedeelte des hemels ook, bevinden of vertoonen. En indien men zulks 's avonds, bijv., ten 11^u, begeert, moet de globe naar het westen gedraaid worden, tot dat de uurwijzer op 11^u na den middag wijst, en de globe zal weder den stand der sterren voor dien tijd aantoonen.

Indien men het uur van den nacht niet weet of als onbekend aanneemt, en slechts eene ster aan den hemel ziet, die men kent, kan men, door middel van die ster, de globe met den hemel gelijk stellen, en er de overige door leeren kennen. Bijvoorb.: iemand op 16° N. br. zijnde, ziet bij helder weêr de lucht vol sterren, van welke hij geene kent dan alleen de zeven sterren van den grooten Beer. Om nu door dit gesternte de overige te leeren kennen, zoo meet hij van éene dezer sterren ten naastenbij de hoogte, bijvoorb., van de middelste der drie sterren, die in den staart zijn; stel, dat hij deze beoosten het noorden, omtrent 10° hoog vindt, dan moet hij zijne globe eerst op 16° N. br. stellen, vervolgens den verticaalcirkel in het toppunt vastmaken, den grooten Beer beoosten het noorden brengen, voorts den verticaal cirkel over de middelste ster van den staart des grooten beers leggen, en de globe zoo lang draaijen, tot dat gemelde ster juist onder den 10den graad van den verticaalcirkel is, dan staat de globe volkomen gelijk met den hemel.

Of, zoo men beter gelegenheid had, om op dien tijd het azimuth dezer ster te bepalen, en dit 34° beoosten het noorden vond te zijn, moet men den verticaalcirkel op den 34sten graad beoosten het noorden van den horizon der globe stellen, en de globe draaijen, tot dat meergemelde middelste ster van den staart aan den in graden verdeelden rand van den verticaal cirkel komt, wanneer wederom de globe volkomen gelijk zal staan met den sterren hemel.

Om nu de overige sterren te leeren kennen, kiest men eerst de grootste en helderste, die boven anderen uitblinken. Spoedig zal men iets bewesten het zuiden eene zeer heldere ster zien; om nu te weten, welke ster dit is, meet men, ten naastenbij, hare hoogte: deze omtrent 58° vindende, ziet men op de globe, welke heldere ster op de hoogte van 58° in het zuiden staat, en vindt, dat het Sirius, de groote ster in den bek van den grooten Hond, is; daaruit leert men dan, dat deze heldere ster de groote Hondster of Sirius is. Vervolgens ziet hij bijna regt ten oosten, omtrent 45° boven de kim, en iets noordelijker nagenoeg 21° boven de kim, aan den hemel twee andere groote sterren; een blik op zijne globe leert hem, dat de eerste het hart en de tweede de staart van den Leeuw is, enz., met andere sterren.

§ 195. Eene hemelglobe kan zeer dienstbaar zijn bij het oplossen van onderscheidene vraagstukken der praktische sterrekunde, minder gemakkelijk is zij echter, om ons onmiddellijk de sterrengroepen en sterren aan het hemelruim met namen te doen kennen en te doen onderscheiden. Van onze aarde gezien, is de sterrenhemel als een bol aan te nemen, waaraan de sterren aan de *binnenzijde* zijn op te merken. De hemelglobe is geene volmaakte voorstelling van het hemelruim, zij toont ons niet die sterren van de binnenzijde te zien, maar doet ons die als op de *buitenzijde* van den bol onderscheiden. Zien wij, bijvoorb., eene kleine ster aan het hemelruim onmiddellijk aan de regter zijde van eene groote ster, zoo zullen wij die twee sterren op de globe gezien, niet in gelijken stand, ten aanzien van elkander, opmerken, en de kleine ster zal aan de linker zijde van de groote gevonden worden. Wil men dus de sterrengroepen aan den hemel door de globe leeren onderscheiden, zoo moet men den stand der sterren op de globe naar den hemel overbrengen, alsof men die uit het middelpunt der globe zag.

Afbeeldingen van den sterrenhemel, zoo als die zich aan ons oog van de aarde gezien voordoet, worden sterrenkaarten of hemelspleinen genoemd, en zijn deze ook mede geschikt tot het oplossen van verschillende sterrekundige vraagstukken, maar voornamelijk kunnen zij dienen, om gemakkelijk de sterrenbeelden en sterren onderling met namen te leeren onderscheiden. Wij hebben aan het einde van dit werk twee sterrenkaarten, het noorder- en zuider-halfrond des sterrenhemels, medegedeeld; deze kaarten of planispheren zijn naar eene stereographische pool projectie ontworpen, bij welke wordt verondersteld, dat het oog des waarnemers in de tegenoverliggende pool is geplaatst. Op deze kaarten zijn de voornaamste sterrenbeelden aangeduid, en daarin de sterren van de eerste tot de vierde grootte opgenomen. »De kennis der vaste sterren is niet slechts een tak der bespiegelende sterrekunde, of eener liefhebberij-wetenschap, gelijk men dit pleegt te noemen, maar is voor den zeeman zelfs van het grootste belang. In vorige eeuwen waren de sterren de eenige geleiders der zeelieden op hunne togten, maar sedert de zeevaartkunde door de wis- en sterrekunde meer volmaakt is geworden," en door zon en maan ook vele berekeningen kunnen worden volbragt, »heeft men ter bepaling van den tijd en de lengte en breedte, waarop men zich bevindt, de zons en maans waarnemingen alleen gebezigd." (1) Ook het gebruik van chronometers heeft in deze ongunstig gewerkt, en geeft zelfs aanleiding, dat vele zeelieden de vinding der lengte door de afstanden der hemelligchamen verwaarloozen.

»Het geringe gebruik, dat vele zeelieden van de vaste sterren thans op zee maken, heeft dan ook hunne kennis deswege veel doen verminderen. Naauwelijks kent men de constellatiën meer... Hoe nadeelig nu deze verwaarloozing is, en van hoe vele middelen, om groote reizen met de meeste veiligheid af te leggen, men zich hierdoor verstoken ziet, zal, zoo ik vertrouw, de deskundige met mij inzien." Op deze wijze gaat onze VAN BEECK CALCOEN voort, en toont verder door vele voorbeelden, in gezegd berigt, aan, dat de kennis der vaste sterren en planeten voor de zeelieden van het hoogste belang is, en hen in vele gevallen zeer nuttig kan zijn. Wij oordeelen het niet noodig deze aanwijzing over te nemen, daar vele bladzijden van dit werk het noodige en nuttige daarvan overvloedig kunnen aantoonen!

§ 196. De verdeeling der vaste sterren in groepen, is geheel willekeurig; die sterrenbeelden of constellatiën zijn van tijd tot tijd door deze en gene vermeerderd, ook door andere weder verminderd of veranderd, en daardoor op sommige sterrenkaarten en globen onderscheiden. Sommige sterren behooren tot geen constellatie. Enkele sterren van sommige sterrengroepen hebben op zich zelve bepaalde namen verkregen; zoo heet, bijv., de helderste ster van den Schorpioen, *Antares;* de eerste ster van de Zwaan, *Deneb;* en is *Spica* de eerste ster van de Korenmaagd, enz.

De meeste sterren der sterrenbeelden hebben echter geene eigene namen, en worden door letters in de sterren-groepen aangeduid. Hiertoe worden de letters van het Grieksche alphabet gebezigd. Zoo is de ster *Antares* met α aangeduid, en heet dan de ster α van den Schorpioen of α *Scorpii*, enz.

De letters van het Grieksche alphabet, die ook dikwerf in de zeevaartkunde voorkomen, zijn de volgende, en worden uitgesproken als daar naast is opgegeven:

α, *alpha*, a.	ι, *iota*, i.	ρ, *rho*, r.
β, *beta*, b.	$\varkappa$, *kappa*, k.	σ, *sigma*, s.
γ, *gamma*, g.	λ, *lambda*, l.	τ, *tau*, t.
δ, *delta*, d.	μ, *mi*, m.	υ, *y-psilon*, y.
ε, *e-psilon*, e (korte e).	ν, *ni*, n.	φ, *phi*, ph.
ζ, *zeta*, z.	ξ, *xi*, x.	χ, *chi*, ch.
η, *eta*, e (lange e)	o, *o-micron*, o (korte o).	ψ, *psi*, *w*.
θ of ϑ, *theta*, th.	π, *pi*, p.	ω, *o-mega*, o (lange o).

§ 197. De twee genoemde hemelspleinen kunnen vooral van veel nut zijn, om de namen der sterrenbeelden en enkele sterren te leeren kennen.

(1) Het hier overgenomene is ontleend uit het *Berigt*, dat de Hoogleeraar J. F. VAN BEECK CALCOEN heeft gevoegd bij zijne Hemelpleinen van het *noorder en zuider halfrond des Sterrenhemels.*

Op de twee sterrenkaarten zijn sommige sterren door lijnen aan elkander verbonden, en het is door die verbindingslijnen, of zoogenoemde *alignementen*, dat men door deze kaarten de sterren aan den hemel gemakkelijk leert vinden en onderscheiden.

Onder de sterrengroepen is die, welke den naam heeft verkregen van Groote Beer (*Ursa Major*) zeer spoedig en gemakkelijk onder de sterren van het noorder halfrond te erkennen. Dit sterrenbeeld telt vele sterren van onderscheidene grootten, onder deze zijn er zeven, die door eene meerdere helderheid of grootte kenbaar zijn. De noorder-poolsafstand van dit sterrenbeeld is minder dan onze noorderpoolshoogte of breedte, en van daar, dat de Groote Beer voor ons, of voor het noordelijke gedeelte der aarde, niet ondergaat, maar bij elken helderen sterrenhemel in deze streken steeds boven den horizon te zien is. Op onze sterrenkaart wordt de Groote Beer bepaaldelijk door zeven sterren aangeduid, vier dezer sterren α, β, γ en δ vormen met ε, ζ en η een zeker figuur; de vier eerste stellen eenen onregelmatigen vierhoek en de drie laatste eene kromme lijn voor. Deze constellatie wordt *Groote Beer* (*Ursa Major*) of ook de *Wagen* genoemd; de vier sterren behooren als tot het ligchaam en de drie andere tot den staart van den Grooten Beer. Denkt men nu eene lijn aan den hemel, die door de twee sterren β en α van genoemd sterrenbeeld naar het midden of noordwaarts opgaat, zoo ziet men in de sterrenkaart, dat men tot een ander sterrenbeeld komt, dat de *Kleine Beer* genoemd wordt; ook dit sterrenbeeld heeft zeven voorname sterren, en is, ofschoon kleiner, in vorm aan het eerst genoemde gelijk, echter in eene tegenovergestelde rigting als de Groote Beer geplaatst. De ster α van den Kleinen Beer (*Ursa Minor*) heeft den naam van *poolster*. Volgens tafel XXVIII, staat deze ster slechts $1\frac{1}{2}$ graad van de noordpool, het noordelijk aspunt, om hetwelk voor ons, de gansche sterrenhemel rond draait, van daar is de benaming van poolster aan deze ster gegeven, zijnde α van den Kleinen Beer. Denkt men nu verder eene lijn door de ster γ van den Grooten Beer en de poolster, zoo komt men op nagenoeg gelijken afstand van de twee genoemde sterren aan de ster β van *Cassiopeia*. Dit sterrenbeeld ligt in betrekking tot den Grooten Beer aan de andere zijde van de noordpool; sommige willen in de figuur van dit sterrenbeeld eene y of omgekeerde stoel erkennen. Verlengt men onze lijn nog verder, zoo voert zij ons tot eene andere ster van de 2e grootte tot α van Andromeda, die, met de sterren Algenib, Markab en Scheat van de Constellatie Pegasus, weder een merkbaar vierkant vormen.

Eene verlenging van de lijn door de drie sterren van den staart van den Grooten Beer brengt ons tot eene ster van de eerste grootte, zijnde α van Bootes, *Arctures* genoemd; die verlenging voortzettende voert tot de ster *Spica*, α van de Maagd (*Virgo*). Daarop een' nagenoeg gelijkzijdigen driehoek gedacht, zoo heeft men in het toppunt van dien driehoek de ster Denebola, en daarop eenen nog grooteren, nagenoeg gelijkbeenigen driehoek verondersteld, heeft men in het toppunt eene ster *Regulus* geheeten. Deze sterren Regulus en Denebola zijn de sterren α en β van het sterrenbeeld de Leeuw of α en β *Leonis*.

Het is op deze wijze, dat men met hulp der hemelspleinen de voornaamste en voor den zeeman belangrijke sterren, waarvan er 61 in Tafel XXVIII zijn opgegeven, spoedig zal leeren kennen.

De cirkel met de uur-aanwijzingen van I^u tot en met $XXIV^u$ is de linie of equator en die met de teekens van den dieren-riem de ecliptica. Een der meridianen of der vier lijnen van de pool tot den equator, is in negen deelen verdeeld; de telling begint aan den equator, en door die deelen kan men den afstand bepalen, die eenige ster van den equator heeft. De verdeeling van den equator in 24^u, en die van een vierde gedeelte van den meridiaan in 9 deelen, bevattende dus elk deel 10°, zijn niet anders dan de verdeeling voor de regte opklimming tot 24^u en voor de declinatie tot 90°. Heeft men eene ster opgekregen, of wenscht men de plaats van haar in het hemelsplein te vinden; zoo trekt men eene lijn of legt eene liniaal door de pool en de regte opklimming der ster, en vervolgens in die lijn de ster, volgens de declinatie gesteld zijnde, zoo heeft men het punt, waar de ster zich zal bevinden. Stel, men vraagt, waar de ster Regulus in het hemelsplein gezocht moet worden? Om die vraag te beantwoorden, bepale men door Tafel XXVIII de regte opklimm. en de declin. van Regulus, en men vindt $10^u\,0^m$ R. opklimm. en 12° 42′ N. declin. Er wordt nu eene liniaal gelegd over het midden of de pool van de kaart, van het *Nr. halfrond*, en 10^u R. opklimm., vervolgens neemt men in den verdeelden meridiaan de wijdte van 12° 42′, en stelt den passer in den equator in 10^u R. opkl., en bepaalt in de lijn of langs de liniaal den afstand van 12° 42′, en dit brengt ons tot de gevraagde ster, Regulus, zijnde α van het sterrenbeeld de Leeuw. De zon, maan en planeten, kunnen om hunne snelle plaatsverandering, niet in de sterren kaarten worden opgegeven. Begeert men echter de plaats te bepalen, waar zij zich in eene der hemelspleinen op een gegeven tijdstip zullen bevinden, zoo bepaalt men slechts door den Zeemans Almanak de regte opklimm. en declin. van het hemelligchaam, en daardoor wordt, even als voor Regulus is gedaan, de plaats gevonden, waar zich dat hemelligchaam, op het gegeven oogenblik, zal bevinden.

§ 198. Wij hopen, dat het hier medegedeelde genoegzaam zal zijn om het nut te doen erkennen der door ons hierbij gevoegde twee sterrenkaarten. De kaart van het noorder halfrond laat zich spoedig naar den onmiddellijken stand van den grooten en kleinen Beer (eigenlijk beerin) of van een ander bekend sterrenbeeld oriënteren of gelijk stellen, en kan men dus met eenige aandacht zich, naar aanleiding der rigtingslijnen, met de namen der voornaamste sterrenbeelden bekend maken. Is de R. opklimm. en declin. van eene ster gegeven, en wenscht men die door deze kaarten aan den hemel te vinden, zoo brengt men haar naar aanleiding der twee gegevens in de kaart, en daardoor bepale men vervolgens aan het hemelruim hare plaats. Is eene ster zigtbaar, zoo leert men door de kaart haren naam, of ontvangt door haar de aanwijzing tot welke constellatie zij behoort. Ziet men in het luchtruim eenig luchtverschijnsel of comeet, de kaart zegt ons, waar of bij welke ster die gevonden wordt.

Op gelijke wijze als bij het noorder halfrond kan ook het zuider halfrond dienstbaar worden gemaakt, en zullen de drie grootste sterren van den zuidelijken driehoek α β γ, waarvan α van de 2^e en de twee

andere van de 3^e grootte zijn, met de sterren van het kruis, waarvan α van de 1^e grootte is met die van Centaures, waarin α tot de 1^e en β tot de 1^e of 2^e grootte behoort, ook aldaar aanleiding geven tot eene stelling der kaart overeenkomstig den sterrenhemel, en het doen kennen der sterren van het zuidelijke halfrond.

DERDE AFDEELING.

Eenige aanwijzingen van het gebruik der Aardglobe.

§ 199. *Van alle gegevene plaatsen op de aardglobe de lengte en breedte te vinden.*

Laat, bijvoorb., de plaatsen *Amsterdam* en de *Kaap de Goede Hoop* op de globe gegeven zijn, om de breedte en lengte daarvan te vinden. Breng eerst *Amsterdam* aan den koperen meridiaan, zie welken graad van de linie aan de verdeelde zijde van den meridiaan komt, en gij zult vinden op omstreeks 5° (of 4° 53′), hetgeen aantoont, dat *Amsterdam* op nagenoeg 5° lengte ligt. Tel vervolgens hoeveel graden van den meridiaan tusschen den evenaar en *Amsterdam* zijn, en gij zult vinden 52° 23′, dat aanduidt, dat *Amsterdam* op 52° 23′ N. breedte ligt.

Het is duidelijk, dat de opgave der lengte verschillend zal zijn, naar dat de eerste meridiaan op de globe gelegen is. Op de oude Hollandsche globen is die meridiaan over de *Piek van Teneriffe*, op de Engelsche over *Londen* of *Greenwich* en op de Fransche over *Parijs* gesteld (§ 116).

Vervolgens de *Kaap de Goede Hoop* aan den meridiaan gebragt hebbende, zal men zien, dat de meridiaan den equator snijdt op 18° 21′, en dat er 33° 55′ van den meridiaan ten zuiden van de linie tusschen deze en de *Kaap de Goede Hoop* zijn; bijgevolg ligt de *Kaap de Goede Hoop*, op de hier veronderstelde globe, op 18° 21′ lengte O. en 33° 55′ Z. breedte. Het *lengte-verschil* tusschen de twee gezegde plaatsen is 18° 21′ — 4° 53′ = 13° 28′. Brengt men dit verschil of de 13° 28′, tegen 15° op 1^u tot tijd, zoo heeft men het *lengte-verschil* in tijd, zijnde in dit geval $0^u\,53^m\,52^s$. Dit verschil duidt aan, dat de oostelijke plaats, hier de *Kaap de Goede Hoop*, het steeds zooveel later heeft of telt dan *Amsterdam*; of omgekeerd, dat *Amsterdam* het steeds zooveel vroeger heeft dan de *Kaap*. Is het dus te *Amsterdam* $3^u\,10^m$, zoo is het op dat oogenblik aan de *Kaap de Goede Hoop* $3^u\,10^m + 0^u\,53^m\,52^s$, d. i. $4^u\,3^m\,52^s$.

Als twee plaatsen 180° in lengte verschillen, is haar tijd-verschil 12^u; zij liggen dus, ten aanzien van de meridianen, tegenover elkander, en als de eene middag heeft, telt de andere middernacht. Heeft de eene plaats juist zooveel noorder breedte, als de andere zuider breedte en verschillen zij daarenboven 180° in lengte, zoo liggen die plaatsen op den aardbol over elkander, en de eene is de plaats der tegenvoeters van de andere.

§ 200. *De lengte en breedte van de plaatsen bekend zijnde, de plaatsen op de globe te vinden.*

Laat, bijv., van eenig eiland, stel, een der *Vlaamsche* eilanden, de lengte 31° 7′ W. en de N. br. 39° 43′ gegeven zijn, als ook van een ander punt de O. lengte 106° 52′ en de Z. br. 6° 8′ zijn. Draait men, om die punten op de globe te doen kennen, eerst de globe tot dat de meridiaan de linie snijdt op 31° 7′ W.; vervolgens telt men in den meridiaan, van den equator af naar de noordpool, 39° 43′, en men zal aldaar het eiland *Corvo* vinden. Draai verder de globe tot dat de meridiaan de linie op 106° 52′ O. snijdt, en tel in den meridiaan, van de linie naar de zuidpool, 6° 8′, en aldaar zal dan het punt zijn, waar *Batavia* ligt. Het is duidelijk, dat, als men eene lengte gekregen heeft, die geteld is van eenen anderen eersten meridiaan, dan die der globe, men die lengte eerst tot den eersten meridiaan der globe herleiden moet. (§ 117)

§ 201. *Voor eene gegevene plaats van de aarde de aardglobe met den aardbol overeenstemmend te stellen.*

Men stelt eerst den horizon van de globe evenwijdig aan den waren horizon, vervolgens de pool van de globe zoo veel graden boven den houten horizon, als de breedte van de plaats is. Keer dan de globe, tot dat de koperen meridiaan regt zuiden en noorden staat; dan zullen ook de streken van den horizon der globe met die van den waren horizon, en de as der globe met de as van den aardbol overeenkomen. Breng eindelijk uwe plaats naar boven aan den meridiaan, en de globe zal in alle deelen overeenkomstig met de aarde gesteld zijn.

Bijv., voor *Amsterdam*, dat op 52° 23′ N. breedte ligt. Stel eerst den horizon van de globe waterpas of evenwijdig met den waren horizon, en vervolgens den meridiaan volgens het kompasje, dat bij de globe behoort, regt noord en zuid. De pool wordt nu op de hoogte gebragt van 52° 23′ en de globe zoo lang gedraaid, tot dat eindelijk *Amsterdam* aan den meridiaan komt; alsdan staat of is de globe voor *Amsterdam* overeenstemmend, en zijn al de overige plaatsen van de aarde, ten opzigte van *Amsterdam*, op de globe eveneens gelegen, als zij zich waarlijk in betrekking tot die plaats op den aardbol bevinden.

§ 202. Het vraagstuk der groot-cirkelzeiling behoort eigenlijk tot de vraagstukken der aardglobe, en wordt door hulp dezer werktuigen met genoegzame naauwkeurigheid gemakkelijk bepaald. Stel, gegeven twee plaatsen A en B, en dat men de vraag doet: welke is, volgens den grooten cirkel, de afstand tusschen die twee plaatsen, en hoe kan men die van de eene tot de andere bezeilen? Om die vraag door de globe op te lossen, bepaalt of zoekt men eerst de plaatsen A en B op de globe (§ 200), vervolgens legt men den koperen verticaal over de punten A en B. De grootte van den boog begrepen op den verticaal tusschen A en B is nu de verheid of afstand; die in graadverdeeling op den verticaal aangeduid, tegen 15 mijlen op 1°, tot geographische of Duitsche mijlen herleid kan worden. Volgt men nu verder de rigting van den verticaal op de globe tusschen A en B, zoo kan men, naar het gezegde in § 150, de breedte en lengte van het toppunt van den grooten boog, als ook de koers hoeken, die men onder verschillende meridianen moet houden, en de verheden daarin af te leggen, op de globe bepalen.

Wij hebben in § 151 de methode voor de groot-cirkelzeiling naar RUSSEL's kaart en voorstelling aanbevolen; die door de globe wint het echter nog in eene aanschouwelijke eenvoudigheid, en toont in deze, dat ook eene aardglobe voor den zeeman een allerbelangrijkst werktuig kan zijn.

VIERDE BOEK.

OVER DEN AARD EN DE ZAMENSTELLING VAN DEN ALMANAK TEN DIENSTE DER ZEELIEDEN, HET VERBETEREN VAN DE HOOGTEN DER HEMELLIGCHAMEN, ENZ.

EERSTE AFDEELING.

Over den Almanak ten dienste der Zeelieden.

§ 203. *De Almanak ten dienste der Zeelieden*, die op last van het *Departement van Marine*, 's jaarlijks door mij wordt uitgegeven, is eene verzameling van opgaven van hoeken of afstanden van de zon, de maan en andere hemelligchamen in betrekking tot de aarde en voor den zeeman bepaaldelijk nuttig en noodig. (¹)

§ 204. De bladzijden IV en V van den *Nederlandschen Almanak ten dienste der Zeelieden* bevatten:

1°. Eene opgave van de breedten en lengten van eenige voorname voor de zeevaart bepaaldelijk belangrijke observatoriën, en waarvan sommige als secondaire meridianen den zeeman van dienst kunnen zijn.

2°. Opgaven van eenige voorname teekens in de sterrekunde in gebruik, alsmede eene lijst der planeten en hemelteekens, bekend op het oogenblik van de zamenstelling van den Almanak, en

3°. De teekens en benamingen van den Dierenriem, of de twaalf teekens, waarin de ecliptica of schijnbare zons weg wordt verdeeld.

§ 205. Bladz. VI van den Almanak doet ons in de eerste plaats voor elken eersten dag der maand de grootte kennen *van den hoek, dien de equator met de ecliptica maakt.* Dezen hoek, *hoek van Aries* genoemd, en zijne toepassing, hebben wij in §§ 176 en 185 doen kennen. Verder bevat deze bladzijde eenige opgaven, die men gemeenlijk in elken Almanak aantreft, en die wij hier kortelijk eenigzins nader zullen doen kennen.

Het *guldengetal* is een tijdkring van 19 jaren, na welke de nieuwe en volle manen weder in dezelfde tijdorde terugkeeren. Men heeft, voor het eerste jaar van dezen cirkel, het jaar, waarin de nieuwe maan op den eersten Maart is voorgevallen, dat plaats heeft gehad in het laatste jaar vóór CHRISTUS geboorte, weshalve die geboorte, of het begin onzer jaartelling, heeft plaats gehad één jaar na het begin van eenen nieuwen maancirkel van 19 jaren. Om derhalve het gulden-

(¹) Wat wij hier van den *Almanak* zullen mededeelen, zal slechts eene korte aanwijzing en verklaring zijn. Wij raden den leerling de *Verklaring van den Almanak* zelve te raadplegen en deze vooral te bestuderen. Van die *Verklaring* is in 1841, door ons, een derde druk uitgegeven.

getal te berekenen, *telt men één bij het jaartal, en deelt de som door* 19; *de rest is dan het guldengetal.*

Voorb. Men vraagt het guldengetal voor 1850?

$$\begin{array}{r} 1850 \\ 1 \\ \hline 19 \mid 1851 \mid 97 \\ 171 \\ \hline 141 \\ 133 \\ \hline 8. \end{array}$$

En dit zegt ons: er zijn in 1850, sedert het begin onzer jaartelling, 97 maancirkels verloopen en het guldengetal voor dat jaar is 8.

Blijft er niets over, zoo als voor het jaar 1842, zoo geeft dit te kennen, dat de maancirkels volledig zijn, en het guldengetal is alsdan 19.

§ 206. De *epacta* duidt aan den ouderdom der maan, of den tijd na nieuwe maan, op den 1^{sten} Maart. Is het dus nieuwe maan op den 1^{sten} Maart, zoo is alsdan de epacta *nul*. Er zijn 12 maneschijnen of omloopen in een jaar, elk van $29\frac{1}{2}$ dag; dit geeft voor het geheele jaar 354 dagen, dat is 11 dagen minder dan de lengte van een gewoon jaar of 365 dagen, en mitsdien zal op den 1^{sten} Maart van elk volgend jaar de maans ouderdom 11 dagen meer zijn, dan op het laatst voorgaande; is derhalve het guldengetal 1, zoo is de epacta *nul*; het volgende jaar is het guldengetal 2 en de epacta 11 enz. De gemiddelde waarden in deze, zullen nagenoeg met het volgend tafeltje overeenstemmen.

Guldengetal	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Epacta	0	11	22	3	14	25	6	17	28	9	20	1	12	23	4	15	26	7	18

Is dus, zoo als, bijv., voor 1846, het guldengetal 4, zoo blijkt het uit dit tafeltje, dat de epacta alsdan 3 is, enz.

Om de *epacta* voor eenig jaar onmiddellijk te berekenen: *Vermindert men het guldengetal met* 1, *vermenigvuldigt de rest met* 11, *het product minder dan* 30 *zijnde, zoo is het product de gevraagde epacta; is het meer dan* 30, *zoo deelt men het door* 30, *en de rest is dan de epacta.*

§ 207. Door het guldengetal en de epacta kan men ten naasten bij *den gemiddelden ouderdom der maan* vinden. Men moet hierbij indachtig zijn, dat de tijd van eenen maneschijn, dien men in eene ronde rekening op 30 dagen stelt, slechts nagenoeg $29\frac{1}{2}$ dag is; indien dus elke maand $29\frac{1}{2}^{d}$ groot was, zoude elke maneschijn juist eene maand duren, en de epacta of ouderdom der maan zoude op alle eerste dagen der maand even groot zijn, als op den 1^{sten} Maart; dit gebeurt echter in de gewone jaren alleen maar met de beide maanden Januarij en Februarij, omdat deze beide maanden alsdan te zamen 59 dagen hebben, en dus vereenigd twee maneschijnen groot zijn, en mitsdien heeft de maan op den 1^{sten} Januarij denzelfden ouderdom als op den

1^{sten} Maart. Van daar nu, dat de epacta gerekend wordt op den 1^{sten} Januarij zoowel als op den 1^{sten} Maart eenen aanvang te nemen, en tot de genoemde tijden van het volgende jaar te duren. Na Februarij bevatten de maanden, gemiddeld genomen, ruim $30\frac{1}{2}$ dag, zoodat elke maand na Februarij ruim één' dag langer duurt dan een maneschijn, en dus veroudert, zoogenoemd, de maan elke maand na Februarij, ruim éénen dag, en zal dus na den 1^{sten} Maart, op al de overige eerste dagen der maanden, de maans ouderdom ruim zoo veel dagen meer zijn, dan de epacta, als er sedert Februarij maanden zijn verloopen.

Om dan nu den gemiddelden maans ouderdom te berekenen, heeft men: *Tel bij de epacta zooveel malen één, als er maanden sedert het begin van Maart verloopen zijn, de loopende er onder begrepen, voor Januarij neemt men* 0 *en voor Februarij* 1 *voor de maand; voeg hierbij het getal dagen, dat men in de maand is; de som zal de begeerde ouderdom der maan zijn, als deze minder dan* 30 *is; zoo die som echter grooter is, moet men haar door* 30 *deelen, en de rest is de ouderdom der maan na nieuwe maan; deze meer dan* 15 *zijnde, zoo trekt men er dat getal af, en de rest is dan het getal dagen van den maans ouderdom na volle maan.*

1^{e} *Voorb.* Men vraagt den ouderdom der maan op den 17^{den} April 1846? *Antw.* 21 dagen.

Men heeft voor 1846: de epacta = 3
maanden sedert Maart = 1
dagen in de maand = 17
de som = 21, is de ouderdom der maan op den gevraagden dag.

2^{e} *Voorb.* De maans ouderdom te vinden op den 17^{den} Julij 1845? *Antw.* 13 dagen.

Voor 1845 is de epacta = 22
maanden na Maart = 4
dagen in de maand = 17
de som = 43
30
13 maans ouderdom.

3^{e} *Voorb.* Welke is de maans ouderdom den 17^{den} Julij 1846? *Antw.* De maans ouderdom is 24 en na volle maan 9 dagen.

Voor 1846 is de epacta = 3
verloopene maanden = 4
dagen in de maand = 17
maans ouderdom na N. maan = 24
15
maans ouderdom na volle maan = 9.

Uit het laatste *voorb.* blijkt, dat de maan, op den 17^{den} Julij, 24 dagen oud was na nieuwe maan; vermindert men den 17^{den} Julij met 24 dagen, zoo blijft er 23 Junij over voor den dag van nieuwe maan; vermindert men 17 Julij met 9 dagen, zoo is de rest, of de 8^{ste} Julij, de dag van volle maan. Beide dagteekeningen, van

23 Junij en 8 Julij 1846, zal men met de nieuwe en volle maan, volgens den *Almanak*, overeenstemmend vinden.

Door de epacta kan men dus ten naastenbij de verschillende schijngestalten der maan bepalen. De ouderdom der maan is nuttig in de berekening der getijden.

§ 208. De overige perioden, die men op de VI^e bladz. van den *Almanak* aantreft, zijn voor den zeeman van minder dadelijk belang. Door *zonne-cirkel* verstaat men een' tijdkring van 28 jaren, na welke de dagen der week weder op dezelfde dagen der maand beginnen. Het begin van dezen cirkel wordt gesteld negen jaren vóór het begin der Christelijke jaartelling; *men vermeerdert dus het jaartal met* 9, *en deelt de som door* 28, *en de rest is dan de zonne-cirkel.*

De *zondags letters* behooren eigenlijk bij den zonne cirkel. Noemt men, bijv., den 1^n Januarij A, den 2^n B enz., tot zeven letters toe, of voor elken dag ééne letter, zoo is de letter, die op zondag valt, de *zondags letter* van dat jaar. In een schrikkeljaar telt men den 24^n Februarij twee malen, en van daar dat men in die jaren twee *zondags letters* heeft: als, bijv., voor 1852 de letters DC; de letter D geldt alsdan van 1^e Januarij tot 24 Februarij en de letter C na den 24^n Februarij. De orde dezer letters is terug gaande, d. i., telt men in het jaar 1850, bijv., F, zoo heeft men in 1851 de letter E en in 1852 DC.

De *Romeinsche Indictie* is een tijdkring, weleer in den Romeinschen Staat in gebruik, en is in de zeevaart van geene toepassing of dienst.

De voornoemde perioden worden, in den *Almanak*, opgevolgd door eene opgave van de feestdagen bij de Christelijke kerk in gebruik, en eene opgave betrekkelijk het begin van de Joodsche en Mahomedaansche tijdrekening, enz.

De algemeene opgaven worden op bladzijden VII en VIII vervolgd, met mededeelingen van de verduisteringen of eclipsen der zon en maan en het doen kennen van de belangrijkste oogenblikken van die verschijnselen, alsmede de plaats, waar zij te zien zullen zijn, enz.

§ 209. De zoogenoemde maand-tafelen van den *Almanak* zijn, voor elke maand in 14 bladz^n., N^o. I, II, III enz. tot XIV, verdeeld. Wij zullen den inhoud van elk dezer bladzijden, zoo kort mogelijk, nader doen kennen en verwijzen hem, die daaromtrent eenige meerdere uitvoerigheid verlangt, tot de meergemelde *Verklaring van den Almanak* zelve.

§ 210. De tijd-opgaven, die de *Almanak* bevat of veronderstelt, zijn allen tijdstippen, uitgedrukt in MIDDELBAREN TIJD VAN GREENWICH. Wordt mij dus door den *Almanak* opgegeven, dat eenige boog, of welke opgave ook, te 0^u van een' dag, deze of gene grootte heeft, zoo zegt dit: *als het op dien dag* 0^u *middelbare tijd is te* Greenwich, *heeft die boog of hoek die grootte, welke de Almanak daarvoor* opgeeft. Naarmate nu de opgaven, die de *Almanak* doet kennen, met meerdere of mindere regelmatigheid veranderen, worden ook die *opgaven met hunne tijdstippen* met meerderen of minderen tusschentijd in deze opgegeven, zoo als nader bij de verdere verklaring van den Almanak zal blijken.

Telt men nu op eenige plaats, bijv., 3^u na den middag, zoo zoude men voor dat oogenblik eenigen boog uit den *Almanak* vragende, zeer verkeerd redeneren, met te zeggen: te 0^u is die boog zoo groot, als de *Almanak* opgeeft en in 24^u, of welk tijdsverloop ook, verandert hij zooveel in grootte, hoeveel dan in 3^u, welke verandering dan bijgeteld of afgetrokken bij den boog voor 0^u, voor som of verschil, den gevraagden boog zoude geven. Dit zoude alleen waar zijn, als de gedachte 3^u ook *drie uren na den middag te* Greenwich waren. Het is duidelijk in te zien of op te merken, dat men op een en hetzelfde oogenblik over den ganschen aardbol niet denzelfden tijd telt. De tijd aan boord moet overgebragt worden in den tijd, dien men op hetzelfde oogenblik te *Greenwich* telt, als namelijk hetgeen men wenscht te kennen, naar eenen *Almanak* moet worden bepaald, die voor *Greenwich's middelbaren tijd* is ingerigt. Is men nu op *ooster lengte*, zoo is de tijd, dien men aan boord telt, altijd *later* dan op *Greenwich*, en hij is integendeel vroeger, zoo men *wester lengte* heeft. Bij ooster lengte vermindert men dus den tijd aan boord, steeds van den middag naar sterrekundige wijze geteld, en bij wester lengte vermeerdert men dien tijd, in beide gevallen met de tot tijd gemaakte lengte; het verschil of de som geeft ons dan den tijd op *Greenwich*, overeenkomende met het oogenblik van den tijd aan boord: welken tijd te *Greenwich* wij, in het algemeen, *het overeenstemmend oogenblik* zullen noemen. In de *Verzameling van Tafelen* vindt men, op bl. 82 van den achtsten druk, het hier behandelde meer uitvoerig uit een gezet onder den titel van: *Den tijd onder den eersten meridiaan te vinden.*

Wij zullen den gegevenen regel nog met eenige voorbeelden nader trachten op te helderen.

1^e *Voorb.* Den 13^n Maart van eenig jaar, is het bij eene waarneming, op eenige plaats of aan boord, $4^u 10^m 14^s$; men is op $25^\circ 10' 15''$ lengte oost en vraagt het overeenstemmend oogenblik? *Antw.* $2^u,49$ na den middag van den 13^{den} Maart.

Oplossing. Den 13^n Maart te $4^u 10^m 14^s$
lengte in tijd, oost, $\underline{1.\ 40.\ 41}$, Tafel XII,
dus het overeenstemm. oogenblik $2^u 29^m 33^s$ na den midd. van den 13^n.

Of, het is te *Greenwich*, als men de seconden en de minuten tot decimale deelen van uren herleidt: den 13^n Maart te $2^u,49$.

2^e *Voorb.* Den 14^n April is men op $137^\circ 20'$ ooster lengte, en telt men aan boord $4^u 10^m$; *vrage* als voren? *Antw.* Den 13^n te $19^u,01$.

Oplossing. Den 14^n April te $4^u 10^m 0^s$
lengte-tijd, oost, $\underline{9.\ 9.\ 20}$,
dus het overeenstemm. oogenblik $19^u 0^m 40^s$ N. M. van 13 April, of den 13^n te $19^u,01$.

Om in dit voorbeeld den lengte-tijd van den tijd aan boord af te kunnen trekken, moet men één' dag leenen, en de vraag wordt dus om $9^u 9^m 20^s$ af te trekken van den 13^n te $28^u 10^m$.

3^e *Voorb.* Den 17^n Julij is men op $165^\circ 0'$ wester lengte, en men telt $4^u 20^m 30^s$; men *vraagt* het overeenstemmend oogenblik? *Antw.* De overeenstemmende oogenblikken zijn den 17^n te $3^u,34$ of $15^u,34$, naar dat de gegevene tijd des morgens of des namiddags gerekend moet worden.

Oplossing. De opgegevene tijd is, naar burgerlijke telling, tijd 's morgens of tijd na den middag; in het eerste geval moet die tijd naar sterrekundige wijze van tellen herleid worden, dat is, die telling van middernacht moet tot die van den middag herleid, en mitsdien met 12^{u} vermeerderd worden, en men heeft dan:

den 17^{n} Julij . . . . te $4^{u}\,20^{m}\,30^{s}$'s morgens, burgerlijke telling
of » 16^{n} » . . . . » 16. 20. 30 N. middag, sterrekundige »
lengte-tijd, west, . » 11. 0. 0
$27^{u}\,20^{m}\,30^{s}$ N. middag van den 16^{n}
of 3. 20. 30 » » » » 17^{n};

zijnde dus het overeenstemmend oogenblik den 17^{n} te $3^{u},34$, enz.

4^{e} *Voorb*. Den 14^{n} Augustus is men ten $2^{u}\,10^{m}$'s nachts op $34^{\circ}\,30'$ lengte oost; *vrage* als voren. *Antw*. Den 13^{n}, te $11^{u},87$.

5^{e} *Voorb*. Te $8^{u}\,10^{m}$'s avonds, van den 13^{n} September, is men op $54^{\circ}\,30'$ wester lengte; *vrage* als voren. *Antw*. Den 13^{n}, te $11^{u},8$.

6^{e} *Voorb*. Op $110^{\circ}\,35'$ lengte oost wordt, den 12^{n} November te $6^{u}\,20^{m}$'s morgens gevraagd naar het overeenstemmend oogenblik. *Antw*. Den 11^{n}, te $10^{u},96$.

7^{e} *Voorb*. Den 13^{n} Januarij te $5^{u}\,10^{m}$'s nachts is men op 120° lengte; men *vraagt* het overeenstemmend oogenblik op *Greenwich?* *Antw*. Op ooster lengte heeft men den 12^{n} te $9^{u},17$, op wester lengte den 13^{n} te $1^{u},17$.

8^{e} *Voorb*. Den 4^{n} December is men op 170° lengte; men *vraagt* het overeenstemmend oogenblik, als men op die plaats middag heeft? *Antw*. Bij ooster lengte is dat oogenblik, den 3^{n} te $12^{u},67$, en, bij wester lengte, den 4^{n} te $11^{u},33$.

§ 211. Reeds in § 173 hebben wij doen kennen, wat men door *regte opklimming* en *declinatie* van eenig hemelligchaam verstaat. Stelt, in de fig. van gen. § ♑♈♋♑ de ecliptica of den zons weg en E♈C♎ de linie voor, zoo snijden zich die twee cirkels in ♈, en aan de andere zijde in ♎; deze hoeken van *Aries* en *Libra* worden, zoo als bereids gezegd is, op bladz. VI van den *Almanak* aangetroffen. De telling in de ecliptica en in de linie beginnen beide bij het punt van *Aries* (♈) en gaan van daar den geheelen cirkel rond tot in dat punt terug. Is nu eenig hemelligchaam in S, zoo is de boog SD de regthoekige afstand, dien dat hemelligchaam heeft van de linie, of de declinatie, ♈D de regte opklimming, ♈S de lengte, en zoo het hemelligchaam, dat wij in S veronderstelden, zich buiten de ecliptica bevond, zoude de regthoekige afstand van de ecliptica de breedte zijn. Wij hebben dus de volgende omschrijvingen ten deze:

1°. Regte opklimming van eenig hemelligchaam is zijn regthoekige afstand oostwaarts van het punt van *Aries*, op de linie gerekend, geteld.

2°. Declinatie is de afstand van de linie, noord of zuid.

3°. Lengte is de afstand, dien het hemelligchaam heeft van *Aries*, op de ecliptica, oostwaarts gerekend, en eindelijk

4°. Breedte van eenig hemelligchaam is zijn regthoekige afstand van de ecliptica. — Alle deze bogen gerekend op eenen denkbeeldigen bol, dien men om de aarde stelt, en waarvan het middelpunt der aarde het middelpunt uitmaakt.

§ 212. Omdat de zon zich elken dag iets van het punt van *Aries* verwijdert, als men namelijk, zoo als bij de regte opklimming en lengte plaats heeft, steeds oostwaarts voorttelt, wordt ook de zons regte opklimming bij elk volgend oogenblik iets grooter, van daar, dat de genoemde bogen steeds met den tijd in grootte toenemen.

1^{e} *Voorb*. Den 13^{n} December 1846 wordt, te $3^{u}\,12^{m}$, op $122^{\circ}\,10'$ W. lengte, gevraagd naar de zons regte opklimming? *Antw*. De zons regte opklimming is $17^{u}\,23^{m}\,37^{s}$.

Oplossing. Men berekent nu in dit en alle soortgelijke vraagstukken, waarbij men eenige grootheid, voor eenig oogenblik, door den *Almanak* wil bepalen, in de eerste plaats het overeenstemmend oogenblik, en vervolgens voor dat oogenblik, door een verschil uit den *Almanak*, het evenredige gedeelte; dit voegt men bij, of trekt men af van de grootheid, voor het naast kleinere voorafgaand tijdstip uit den *Almanak*, naardat de grootheden in den *Almanak* toenemen, of, zoo als bij declinatie, enz., soms ook afnemen. Voor het opgegevene voorbeeld heeft men nu:

Den 13^{n} December te $3^{u}\,12^{m}\,0^{s}$
lengte-tijd, west, 8. 8. 40.
$11^{u}\,20^{m}\,40^{s}$
of den 13^{n} te $11^{u},35$.

⊙s Regte opklimming, den 13^{n}, te $0^{u} = 17^{u}\,21^{m}\,31^{s},6$
verand. in $1^{u} = 11^{s},05$; dus in $11^{u},35 =$ 2. 5,4
derhalve is de ⊙s regte opklimm. op 't gevr. oogenbl. $= 17^{u}\,23^{m}\,37^{s},0$.

2^{e} *Voorb*. Den 20^{n} Maart 1846 wordt te $10^{u}\,20^{m}$, op $87^{\circ}\,10'$ lengte west, *gevraagd* naar de zons regte opklimming? *Antw*. $0^{u}\,0^{m}\,39^{s},8$.

Den 20^{n} Maart te $10^{u}\,20^{m}\,0^{s}$
lengte-tijd, west. 5. 48. 40
$16^{u}\,8^{m}\,40^{s}$
of het overeenstemmend oogenblik is den 20^{n}, te $16^{u},14$.

⊙s Regte opklimming, den 20^{n}, te $0^{u} = 23^{u}\,58^{m}\,12^{s},9$
verand. in $1^{u} = 9^{s},10$; dus in $16^{u},14 =$ 2. 26,9
$24^{u}\,0^{m}\,39^{s},8$.

Zoodra de som, zoo als in dit geval plaats heeft, 24^{u} te boven gaat, vermindert men deze met 24^{u}, en dit geeft voor de gevraagde regte opklimming op het gegevene oogenblik $0^{u}\,0^{m}\,39^{s},8$.

3^{e} *Voorb*. Den 18^{n} November 1846 is men op $73^{\circ}\,10'$ lengte oost; men *vraagt*, te $3^{u}\,12^{m}$'s nachts, de zons regte opklimming? In den *Almanak*, voor 1846, heeft men: den 17^{n} te 0^{u} ⊙s regte opklimming $= 15^{u}\,29^{m}\,46^{s},5$ en de verand. in $1^{u} = 10^{s},38$. *Antw*. De zons regte opklimming is $15^{u}\,31^{m}\,33^{s},6$.

4^e *Voorb.* Welke is de zons regte opklimming, den 14^n September 1846, op $52°\,12'$ lengte oost, te $4^u\,10^m$'s morgens? Men vindt in den *Almanak* voor 1846: den 13^n September is de $\odot^s$ regte opklimming te $0^u = 11^u\,24^m\,17^s,5$ en de verand. in $1^u = 8^s,98$. *Antw.* De gezochte $\odot^s$ regte opklimming is $11^u\,26^m\,11^s,5$.

§ 213. Daar de schijnbare beweging der zon om de aarde niet in de rigting van de linie geschiedt, maar als in eenen cirkel, die schuins op deze ligt, zoo verandert dus ook elk oogenblik de zons declinatie; zij wordt grooter of kleiner, naar mate de zon zich van de linie verwijdert of haar nadert; van daar, dat men *het evenredige deel*, dat men voor het overeenstemmend oogenblik berekent, *moet bijtellen of aftrekken bij of van de declinatie* te 0^u, naar dat zij grooter of kleiner wordt.

1^e *Voorb.* Den 14^n Mei 1846 vraagt men, op $22°\,10'$ lengte oost te $3^u\,10^m$ na den middag, naar de zons declinatie? *Antw.* De $\odot^s$ declinatie is $18°\,37'\,10''$ N.

Den 14^n Mei te $3^u\,10^m\,0^s$
lengte-tijd, oost, $\underline{1.\,28.\,40}$
$1^u\,41^m\,20^s$
of den 14^n, te $1^u,7$.

Den 14^n, te 0^u, is de zons declinatie $= 18°\,36'\,\;9''$ N.
verand. in $1^u = +\,35'',9$; dus in $1^u,7 =$ $\underline{\;\;1.\;\;1}$
derhalve de zons declinatie, voor het gevr. oogenblik, $= 18°\,37'\,10''$ N.

2^e *Voorb.* Den 23^n September 1846 vraagt men, op $7°\,30'$ lengte west, te $11^u\,6^m$'s morgens, naar de zons declinatie? *Antw.* De declinatie is $0°\,1'\,2'',6$ zuid.

Den 23^n September te $11^u\;6^m\,0^s$'s morg.
of den 22^n » » $23.\;6.\;0$
lengte-tijd, west, . $\underline{0.\,30.\;0}$
$23^u\,36^m\,0^s$

of het overeenstemmend oogenblik is, den 22^n, te $23^u,6$.
Den 22^n Sept. te 0^u $\odot^s$ declinatie . . $= 0°\,21'\,58''$ N.
verand. in $1^u = 58'',5$, en dus in $23^u,6$ $=$ $\underline{23.\;0,6}$
derhalve is de gezochte declinatie $= 0°\;1'\;2'',6$ Z.

Aanmerking. De declinatie was, toen men, den 22^n Sept., 0^u te *Greenwich* telde, nog noordelijk $0°\,21'\,58''$; in $23^u,6$ verandert zij, gestadig aan kleiner wordende, tot zij $21'\,58''$ is verkleind, op welk oogenblik zij dus juist *nul* is, of de zon zich in de linie bevindt; hare zuidelijke beweging steeds voortzettende, komt zij aan de zuidzijde van de linie, en neemt nog toe, zoodat zij op het gestelde oogenblik reeds $1'\,2'',6$ zuidelijke declinatie heeft. Even zoo zoude men, omstreeks 20 Maart te 0^u nog zuidelijke declinatie kunnen hebben, en de verandering of het evenredige deel voor eenig tijdverloop zoo groot kunnen zijn, dat men het niet van de declinatie kon aftrekken, in welk geval men weder de declinatie zoude moeten aftrekken van de verandering: in beide gevallen gaat de zon op dien dag door de linie en verandert dus de declinatie van naam.

3^e *Voorb.* Op den 10^n Augustus 1846 vraagt men, op $16°$ O. lengte, te $8^u\,10^m$'s namiddags, naar de zons declinatie? In den *Almanak* vindt men: den 10^n te 0^u $\odot^s$ declinatie $= 15°\,37'\,34''$ N. en de verandering in $1^u = -\,44'',1$. *Antw.* $15°\,32'\,20'',9$ N.

4^e *Voorb.* Den 15^n November 1846 wordt, te 0^u, of op den middag, op $18°\,20'$ O. lengte, gevraagd naar de zons declinatie? In den *Almanak* vindt men: den 14^n te 0^u $\odot^s$ declinatie $= 18°\,13'\,22''$ Z. en verand. in $1^u = +\,38'',8$? *Antw.* De $\odot^s$ declinatie $= 18°\,28'\,5'',9$ Z.

5^e *Voorb.* Men vraagt, hoe laat het te *Greenwich* en te *Amsterdam* zal zijn, in middelbaren tijd, als de zon in 1846 de linie passeert, alsmede hoe laat het aldaar zal zijn, als hare regte opklimming 0 of 12^u is? *Antw.* . . . .

Opgaven uit den *Almanak* voor 1846.

Den 20^n Maart te 0^u *Greenw.* tijd $\odot^s$.	Regte opkl. $= 23^u\,58^m\,12^s,9$	en declin.	$= 0°\,11'\,37''$ Z.
» 21^n » » » » » »	» $= 0.\;1.\,51,3$	» »	$= 0.\,12.\;5$ N.
» 22^n Sept. » » » » »	» $= 11.\,56.\,37,5$	» »	$= 0.\,21.\,58$ N.
» 23^n » » » » » »	» $= 12.\;0.\,13,3$	» »	$= 0.\;1.\,26$ Z.

§ 214. De schijnbare beweging der zon geschiedt niet in den equator, maar in de ecliptica; ten andere is die beweging niet steeds gelijkmatig, want zij is in den winter grooter dan in den zomer. Deze eenigzins ongelijke verplaatsing der zon, men vergunne ons deze uitdrukking, heeft nu ten gevolge, dat de tijden, onmiddellijk door de zon aangewezen, niet allen even groot kunnen zijn. Stel, bijv., dat men een horologie heeft, volkomen goed loopende, dat heden bij den doorgang der zon door den meridiaan juist 12^u of middag aanwijst, zoo zal dit horologie op den volgenden middag niet juist weder 12^u aanwijzen, als de zon weder door den meridiaan gaat. Die vergelijkingen voortzettende, zal het horologie nu eens 12^u, dan eens iets *over* of dan weder iets *vóór* 12^u aanwijzen, als de zon door den meridiaan gaat. Den tijd nu, die het op eenig oogenblik is naar aanwijzing der zon, noemt men *zonne* of *waren tijd*, en de volmaakt gelijkmatige tijd heet *middelbare tijd:* zijnde dus deze niets anders dan de *zonne tijd*, ontdaan van zijne periodieke *afwijkingen*. Het verschil nu tusschen den zonne en den middelbaren tijd heet *tijdvereffening*. Deze tijdvereffening, met hare verschillen voor 1^u worden, in de 7^{de} en 8^{ste} kolom van bl. n°. I, van elke maand, in den *Almanak* aangetroffen. Men telt de tijdvereffening bij of trekt haar af, bij of van den waren of zonne tijd, en hierdoor verkrijgt men dan den middelbaren tijd. Even als vele andere opgaven van den *Almanak*, wordt ook de grootte van de tijdvereffening in den *Almanak* opgegeven voor het tijdstip, als het middag of 0^u te *Greenwich* is, en men kan, even als bij de zons declinatie, de grootte der tijdvereffening daardoor voor elk ander oogenblik berekenen. In de hoofden der kolommen voor de tijdvereffening wordt opgegeven of zij *bijgeteld* of *afgetrokken moeten worden*, *met betrekking tot den middelbaren tijd;* bij toepassing der tijdvereffening op den zonne tijd moeten dus *deze aanwijzingen omgekeerd toegepast worden.*

1^e *Voorb.* Den 13^n September 1846 vraagt men, op $20°$ lengte west te $3^u\,10^m$, naar de tijdvereffening? *Antw.* $4^m\,9^s,2$; *bijtellend bij den middelbaren tijd.*

Den 13^n September te $3^u\,10^m\,0^s$
lengte-tijd, west, . $1.\,20.\,0$
$4^u\,30^m\,0^s$,

en dus is het overeenstemmend oogenblik den 13^n, te $4^u,5$.

Den 13^n Septemb. is de tijdvereff., te 0^u, $= 4^m\,5^s,26$ Bijt. bij den midd. t.
verand. in $1^u = +0^s,875$, en dus in $4^u,5 +$ $3,94$

en derhalve de tijdvereffening $= 4^m\,9^s,20$.

2^e *Voorb.* Den 13^n Februarij 1846 wordt te $3^u\,12^m$'s namidd. gevraagd, op $23°$ L. W., naar de tijdvereffening? *Antw.* De tijdvereffening is $14^m\,29^s,81$, aftrekk. van den middelbaren tijd.

Den 13^n Februarij te $3^u\,12^m\,0^s$,
lengte-tijd, west, . $1.\,32.\,0$
$4^u\,44^m\,0^s$

dus is het overeenstemmend oogenblik den 13^n te $4^u,73$.

Den 13^n Februarij is de tijdvereffening te $0^u = 14^m\,30^s,22$ Aftr.
verandering in $1^u = -\,0^s,087$; dus in $4^u,73$ . . $= -\ 0,41$

en derhalve is de tijdvereff., aftr. v. d. middelb. tijd, $= 14^m\,29^s,81$.

3^e *Voorb.* Den 15^n April 1846 wordt, op $16°$ W. lengte, te $9^u\,56^m$ gevraagd naar de grootte der tijdvereffening? *Antw.* $0^m\,3^s,87$ bijtellend bij den middelbaren tijd.

Tijdvereffening uit den *Almanak* voor 1846.
Den 15^n April $= 0^m\,2^s,93$ Aftrekk. v. d. midd. tijd,
Bijtellen
» 16^n » $= 0.\,11,92$,
en is de verandering in $1^u = -\,0^s,618$.

Den 15^n April te $9^u\,56^m\,0^s$,
lengte-tijd, west, » $1.\ 4.\ 0$

dus is het overeenstemm. oogenblik $= 11^u\ 0^m\,0^s$.

De tijdvereffening, te 0^u, aftrekkend van den midd. tijd $= 0^m\,2^s,93$
verandering in $1^u = -\,0^s,618$ en dus in 11^u . . . . $-\ 6,80$

dus de tijdvereffening bijtellend bij den middelb. tijd $= 0^m\,3^s,87$.

Aanmerkingen. Bij de opgave van deze tijdvereffening in den *Almanak* wordt tusschen de tijdvereffening voor den 15^n en 16^n eene streep gevonden, hetgeen aanduidt, dat van den 15^n op den 16^n de tijdvereffening van hoedanigheid verandert. Op den 15^n moest zij nog *afgetrokken* worden, doch allengskens minder wordende, is er een oogenblik, dat de tijdvereffening *nul* is, waarna zij weder toeneemt, en op het overeenstemmend oogenblik is zij al weder $3^s,87$ *bijtellend*, en te 0^u te *Greenwich*, op den 16^n, zal hare grootte tot $0^m\,11^s,92$ bijtellend zijn toegenomen.

4^e *Voorb.* Den 15^n Junij 1846 wordt te $11^u\,2^m$'s morgens, op $13°$ lengte oost, naar de grootte der tijdvereffening gevraagd? *Antw.* De tijdvereffening is $0^m\,0^s,66$, aftrekkend van den middelbaren tijd.

Opgaven uit den *Almanak*.

De tijdvereffening is den 14^n te $0^u = 0^m\,10^s,98$, *bijtellend* en de verandering in $1^u = -\,0^s,525$.

§ 215. In de laatste kolom van bl. n°. I der maanden van den *Almanak* vindt men nog van 5 tot 5 dagen opgegeven:

1°. *De zons halve middellijn;* daar de verschillen in 5 dagen steeds zeer klein zijn, zoo wordt de grootte van de halve middellijn voor eenig tusschen liggend oogenblik gemakkelijk op het gezigt uit den *Almanak* bepaald. Wilde men echter ook hier met naauwkeurigheid die grootte berekenen, zoo bepale men het overeenstemmend oogenblik op *Greenwich*, verder door eene evenredigheid het evenredige deel en vervolgens daardoor de grootte van de halve middellijn.

2°. *De tijd van doorgang der halve zonneschijf door den meridiaan* kan van dienst zijn, om het oogenblik van doorgang van het middelpunt der zon te bepalen. Stel, ter opheldering, dat men waarneemt, dat de voorgaande rand der zon aan eene draad in eenen meridiaanverrekijker komt te $0^u\,4^m\,6^s,5$; men vraagt, als de genoemde tijd van doorgang der halve zonneschijf $1^m\,8^s,7$ is, hoe laat het middelpunt der zon dan in de gemelde draad zal zijn?

Aanraking van den voorgaanden rand te $12^u\,4^m\ \ 6^s,5$
tijd van doorgang, volgens den *Almanak*, $=\ \ 1.\ \ 8,7$

dus het middelpunt der zon aan de draad te $12^u\,5^m\,15^s,2$.

Had men den volgenden rand der zon waargenomen, zoo is het duidelijk, dat men alsdan niet de som maar het verschil zoude hebben genomen.

3°. Door *zons uurbeweging in lengte* wordt het boogje verstaan, dat de zon in elk uur, door hare jaarlijksche beweging in de ecliptica of in lengte van het westen naar het oosten aflegt. Het is nuttig bij de berekening der eclipsen en andere vraagstukken der sterrekunde.

§ 216. Op bl. n°. II vindt men, in de 2^e kol., den maans ouderdom, dien wij bereids in § 207 bij de epacta hebben leeren kennen en berekenen. De opgave dezer kolom is echter boven die berekening, die niet meer dan eene gemiddelde waarde geeft, te verkiezen.

§ 217. *De tijd van den doorgang der maan* door den meridiaan van *Greenwich* wordt in de 3^e kolom aangetroffen.

De maan komt elken dag later in den meridiaan, die vertraging is gemiddeld genomen 48 à 50^m. Wil men nu den doorgang der maan voor eenen anderen meridiaan berekenen, zoo kan deze westelijk of oostelijk van *Greenwich* liggen. *Men neemt nu het verschil van twee doorgangen uit den* Almanak; *als men op westelijke lengte is tusschen die van den gegeven' dag en den volgenden, en bij ooster lengte tusschen den gegeven' dag en den voorafgaanden; men beschouwt dit verschil voor* 24^u *als voor twee meridianen, die* $360°$ *van elkander liggen, en bepaalt voor de lengte en het verschil het evenredige deel, dat men op wester lengte bijtelt en op ooster lengte aftrekt, bij of van den tijd van doorgang, uit den* Almanak *voor den gegeven dag.*

1^e *Voorb.* Men vraagt den 17^n Julij 1846 den tijd van maans doorgang op $26°\,30'$ wester lengte? *Antw.* De maan gaat door den meridiaan te $20^u\,9^m,1$.

☾^{s} Doorgang den 17^n = 20^u 5^m,4
» » » 18 = 20. 55 ,9

50^m,5, en dus heeft men

$360° : 50^m,5 = 26° 30' (26°,5) : x \ (= 3^m,7).$

De maan gaat den 17^n, op 0° lengte, door den meridiaan te 20^u 5^m,4
vertraging voor 26°,5 lengte 3 ,7
en dus valt de doorgang, op 26° 30′ wester l., den 17^n, voor te 20^u 9^m,1.

2^e *Voorb.* Den 3^n Julij 1846 wordt gevraagd, hoe laat de maan op 25° wester lengte, door den meridiaan zal gaan? *Antw.* Te 7^u 23^m,3.

Opgaven uit den *Almanak*.
☾^{s} Doorgang den 3^n Julij te 7^u 19^m,8
» » » 4^n » » 8. 10 ,7.

3^e *Voorb.* Hoe laat gaat de maan, op 20° ooster lengte, den 14^n December 1846, door den meridiaan? *Antw.* Te 21^u 9^m,4.

Opgaven uit den *Almanak*.
☾^{s} Doorg. den 13^n = 20^u 23^m,5
» » » 14^n = 21. 12 ,1.

4^e *Voorb.* Den 15^n November 1846 wordt gevraagd, hoe laat de maan door den meridiaan gaat, op 81° ooster en wester lengte, *Antw.* Op de ooster lengte te 21^u 35^m,5 en op de wester lengte te 21^u 56^m,4.

Opgaven uit den *Almanak*.
☾^{s} Doorg. den 15^n = 21^u 45^m,7; vers. met den 14^n = 45^m,2 en met den 16^n = 47^m,6.

Zie verder over het berekenen van den maans doorgang de *Verklaring van den Almanak*, n°. X, bl. 58.

§ 218. Voor ons oog zijn de zon, de maan en de planeten vlakke schijven. De schijnbare grootten van genoemde hemelligchamen worden, door hunne toe- of afnemende afstanden tot of van de aarde, ieder oogenblik kleiner of grooter. De opgaven, die wij voor de hemelligchamen in onze sterrekundige jaarboeken vinden opgegeven, zijn allen voor hunne middelpunten, van daar, dat men steeds van die middelpunten spreekt, en door de toepassing der halve middellijnen op de waargenomene randen de middelpunten der genoemde hemelligchamen bekend krijgt.

Stel, dat er tot het oog van den waarnemer twee lijnen komen, eene van den rand van het hemelligchaam, dat men waarneemt, en eene uit het middelpunt, zoo is *de hoek, die door deze twee lijnen in het oog van den waarnemer gevormd wordt, de grootte van de schijnbare halve middellijn van dat hemelligchaam.* De halve middellijnen worden ons voor de zon, de maan en eenige planeten voor verschillende tijdstippen door den *Almanak* opgegeven, en voor de maan bepaaldelijk op bladz. n°. II in de 4^e en 5^e kolom. Bij die opgaven in den *Almanak* wordt het oog als in het middelpunt der aarde gesteld, en heet de halve middellijn alsdan *horizontale halve middellijn;* neemt men die halve middellijn gezien als van het oppervlak der aarde, enz., zoo heeft men de *schijnbare halve middellijn.*

De grootte van de halve middellijn, in gemelde kolommen vervat, wordt op twee tijdstippen in elk etmaal opgegeven. De verschillen zijn steeds zeer klein, en worden gemakkelijk voor het overeenstemmend

oogenblik, zelfs meestal enkel op het gezigt, bepaald, en even als bij de zons declinatie wordt het evenredige deel opgeteld of afgetrokken, naar dat de halve middellijnen volgens den *Almanak* toe- of afnemen.

Naarmate eenig hemelligchaam boven den horizon van eenigen waarnemer rijst, wordt inderdaad de afstand tusschen het hemelligchaam en den waarnemer kleiner; bij al de hemelligchamen zijn echter de afstanden zoo groot, dat de veranderingen in hoogte op de halve middellijnen een' te kleinen invloed hebben, om in rekening te worden gebragt. De maan maakt hier echter eene uitzondering, en de vermeerdering, die hare halve middellijn ondergaat, bij het toenemen van hare hoogte voor eenen waarnemer, zijn te groot, om ze te verwaarloozen; Tafel XXII doet die verbeteringen voor verschillende standen der maan kennen.

Voorb. Men vraagt de maans schijnbare halve middellijn, den 13^n December 1846, op 33° 10′ wester lengte, te 3^u 24^m, na den middag; zijnde de maans hoogte alstoen 40° 10′? *Antw.* De maans halve middellijn is 15′ 15″,7.

Den 13^n December te 3^u 24^m 0^s
lengte-tijd, west, . 2. 12. 40

5^u 36^m 40^s,

en dus is het overeenstemmend oogenblik: den 13^n, te 5^u,6 N. M.

Den 13^n is de ☾^{s} ½ middellijn, te 0^u, = 15′ 4″
verand. in 12^u = + 5″, en dus in 5^u,6 = + 2 ,3

dus de horiz. ☾^{s} ½ middellijn = 15′ 6″,3;
voor de vermeerd. in hoogte heeft men, tafel XXII, + 9 ,4

dus de ☾^{s} ½ middellijn = 15′ 15″,7.

In tafel XXIV wordt nog eene vereffening voor de zons en maans halve middellijn aangetroffen. De straalbuiging verheft het onderste gedeelte der maan of zon meer dan het middelpunt of den bovenrand; dit heeft in de halve middellijnen, die men waarneemt, eene verkorting ten gevolge, die in de tafel wordt opgegeven, en vooral bij lage hoogten niet verzuimd mag worden.

§ 219. De hoogten der hemelligchamen kunnen alleen van de oppervlakte, en niet uit het middelpunt der aarde worden waargenomen, en echter worden in de sterrekundige berekeningen die hoogten aangemerkt, als of zij uit het middelpunt der aarde waren gemeten. De hoogten van de oppervlakte, of van daar waargenomen, moeten dus als tot het middelpunt herleid worden. Het verschil, dat er nu bestaat tusschen eene hoogte van eenig hemelligchaam, te gelijk van de oppervlakte en uit het middelpunt der aarde waargenomen, heet *verschilzigt* of *parallaxis*. De hoogten uit het middelpunt der aarde zouden, zoo men deze onmiddellijk konde waarnemen, altijd grooter zijn dan die van hare oppervlakte; en dus moet het verschilzigt bij de hoogten, waargenomen van de oppervlakte, worden bijgeteld, om die hoogten te herleiden, als of zij uit het middelpunt der aarde waren waargenomen. Zie verder over het verschilzigt en zijne herleiding tot verschilzigt in hoogte n°. XII, bl. 75, van de *Verklaring van den Almanak*, als ook de verklaring van Taf. XXI.

Het verschilzigt staat, even als de halve middellijnen, in eene omgekeerde reden der afstanden, d. i., naar gelang, dat de afstand tusschen eenig hemelligchaam en de aarde vergroot, verkleint het verschilzigt en omgekeerd. Hieruit volgt nu, dat de maan, het naast bij de aarde zijnde, van alle hemelligchamen ook het aanmerkelijkste of grootste verschilzigt moet hebben; de afstand van de aarde tot de zon veel grooter zijnde, zoo is haar verschilzigt ook veel kleiner. De afstanden der planeten zijn zeer verschillend, en dus ook het verschil in het verschilzigt voor deze weder meer aanmerkelijk, en soms meer, soms minder dan dat der zon; eindelijk, daar de vaste sterren oneindig ver van ons afstaan, zoo is dus ook het verschilzigt van deze oneindig klein, en derhalve als *nul* aan te merken.

Uit het vergrooten of verkleinen van de maans halve middellijn en het verschilzigt, in den *Almanak*, kan dus gemakkelijk opgemaakt worden, of de maan, of welk hemelligchaam ook, tot de aarde nadert of zich van haar verwijdert; vergroot of verkleint de halve middellijn of het verschilzigt, zoo verkleint of vergroot de afstand tusschen de aarde en het hemelligchaam.

Daar men op elk punt der aarde niet even ver van haar middelpunt verwijderd is, zoo is het ook duidelijk, alles overigens gelijk blijvende, dat onder de *polen*, waar men het digtst bij het middelpunt der aarde is, ook aldaar het verschilzigt *kleiner* is dan onder den *equator*, waar men zich weder, verder van dat middelpunt verwijderd, bevindt. Het verschilzigt voor de maan, dat ons nu, door den *Almanak*, op twee tijdstippen daags of voor *middag* en *nacht* wordt opgegeven, is berekend voor het midden der aarde of voor den *equator*, alsmede voor nul hoogte, dat is, als het hemelligchaam zich in den *horizon* bevindt; van daar, dat men in de hoofden van het maans verschilzigt in den *Almanak* leest: *equatoriaal horizontaal verschilzigt.* Het verschilzigt der maan, dat men door den *Almanak* verkrijgt, is dus voor den equator en kan door Tafel XXIII tot de breedte van den waarnemer herleid worden.

Het vinden van het horizontaal verschilzigt der maan komt in alle deelen overeen met dat van het vinden van de maans halve middellijn. Voor het overeenstemmend oogenblik bepaalt men, door het verschil voor 12^u, het evenredige deel, dat men vervolgens bijtelt of aftrekt, bij of van het verschilzigt uit den *Almanak* voor 0^u of 12^u, naar dat het overeenstemmend oogenblik voorvalt *na* 0^u of *na* 12^u; hierdoor verkrijgt men dan het verschilzigt voor het oogenblik der waarneming, als voor nul breedte of voor den equator, en dit wordt verder door Taf. XXIII tot de breedte van de plaats der waarneming herleid.

Voorb. Op den 12^n September 1846 wordt, te $3^u\,12^m$'s nachts, op $27°\,50'$ wester lengte en $51°$ breedte, gevraagd naar het maans horizontaal verschilzigt? *Antw.* $55'\,57'',9$.

Den 12^n September te $3^u\,12^m\,0^s$, 's nachts
of » 11 » » 15. 12. 0
lengte-tijd, west, 1. 51. 20
$17^u\ 3^m\,20^s$ namiddag
of den 11^n nagenoeg te 5^u na middernacht.

Den 11^n Sept. ☾^{s} equat. horiz. verschilz. te $12^u = 56'\,14''$
verandert in $12^u = -23''$; dus in 5^u $\quad 9,6$
equat. horiz. verschilz. voor het oogenblik $= 56'\ 4'',4$
verbetering voor de breedte uit Taf. XXIII $= -\ 6,5$
dus het gevraagde horiz. verschilzigt $= 55'\,57'',9.$

Eindelijk moeten wij hier nog doen opmerken, dat het verschilzigt, in den *Almanak*, op bladz. VII en VIII voor elke maand, voor de planeten *Venus*, *Mars*, *Jupiter*, en *Saturnus* opgegeven, even als voor de maan, het equatoriale horizontale verschilzigt is. Naar mate nu een hemelligchaam in het algemeen boven den horizon van eenen waarnemer rijst, wordt het verschilzigt van dat hemelligchaam voor hem kleiner en eindelijk *nul*, als het in het toppunt van hem komt. Zie verder hierover de *verklaring van Tafelen* XXI, LIII, alsmede hetgeen wij betrekkelijk het verschilzigt der hemelligchamen in het algemeen en dat der maan in het bijzonder, in een later volgend artikel *verschilzigt* nader zullen verklaren.

§ 220. Het verklaarde in de twee laatst voorgaande §§ zullen wij hier besluiten met de opgave van eenige voorbeelden, waarin men vraagt naar de maans schijnbare halve middellijn en het ware horizontale verschilzigt.

1^e *Voorb.* Men is op $39°\,40'$ lengte west, den 14^n October 1846, te $3^u\,20^m$; de maans hoogte ten naasten bij $51°$ en de breedte $42°$; men vraagt als boven gezegd is? *Antw.* De ☾^{s} $\frac{1}{2}$ middellijn is $14'\,55'',8$ en het verschilzigt $54'\,3'',3$.

Opgaven uit den *Almanak* voor 1846.
Den 14^n Oct. te 0^u ☾^{s} $\frac{1}{2}$ middell. $= 14'\ 45''$ en horiz. verschilz. $= 54'\ 9''$,
verandering in $12^u = -\ 0$ en $= -\ 2$.

2^e *Voorb.* Den 14^n November te $3^u\,12^m$'s nachts, op $110°\,20'$ lengte oost en $60°$ breedte heeft de maan $42°$ hoogte, *vrage* als boven? *Antw.* De ☾^{s} $\frac{1}{2}$ middell. is $14'\,59'',5$ en het verschilzigt $54'\,19'',3$.

Opgaven uit den *Almanak* voor 1846.
Den 13^n Nov. te 0^u ☾^{s} $\frac{1}{2}$ middell. $= 14'\ 49''$ en horiz. parall. $= 54'\ 22''$,
verandering in $12^u = +\ 2$ en $= +\ 8$.

3^e *Voorb.* Den 4^n Maart 1846, te $11^u\,10^m$'s avonds, $24°\,10'$ W. lengte, $52°$ breedte en ☾^{s} H. $= 51°\,10'$; *vrage* als boven? *Antw.* De ☾^{s} $\frac{1}{2}$ middellijn is $15'\,12''$ en het verschilzigt $55'\,0'',4$.

Opgaven uit den *Almanak* voor 1846.
Den 4^n Maart te 12^u ☾^{s} $\frac{1}{2}$ middell. $= 15'\ 1''$ en horiz. parall. $= 55'\ 8''$,
verandering in $12^u = -\ 4$ en $= -\ 17$.

4^e *Voorb.* Den 16^n Oct. 1846 te $2^u\,12^m$'s morgens, op $34°\,16'$ W. lengte en $72°$ breedte, ☾^{s} H. $= 63°$; *vrage* als boven? *Antw.* De ☾^{s} halve middellijn is $14'\,57'',7$ en het verschilzigt $54'\,1''$.

Opgaven uit den *Almanak* voor 1846.
Den 15^n Oct. te 12^u ☾^{s} $\frac{1}{2}$ middell. $= 14'\ 45''$ en horiz. parall. $= 54'\ 9''$,
verandering in $12^u = +\ 1$ en $= +\ 4$.

5^e *Voorb.* Den 2^n Novemb. 1846 te $4^u\,13^m\,20^s$'s morgens, is men op $24°\,10'$ lengte west en $43°$ breedte, de maan heeft $50°$ hoogte;

vrage als boven? *Antw.* De ☾' $\frac{1}{2}$ middell. is 16′ 23″,4 en het verschilzigt 59′ 17″,3.

Opgaven uit den *Almanak* voor 1846.
Den 1^n Novemb. te 12^u ☾' $\frac{1}{2}$ middell. = 16′ 12″ en horiz. vers. = 59′28″,
verandering in 12^u = — 3 en = — 11.

§ 221. In de 8^{ste} kolom der II^{de} bladzijde worden de dagen aangetroffen, die er op elken dag verloopen zijn sedert den 1^n dag van het jaar; zoo men begeert te weten, hoe veel dagen er sedert 1^o Jan. op eenen zekeren dag daarna zijn verloopen, of hoe veel dagen er tusschen twee dagteekeningen zijn gelegen, zoo geeft deze kolom aanleiding dit gemakkelijk te bepalen.

1^e *Voorb.* Begeert men het getal dagen te bepalen tusschen den 17^n Julij en den 13^n September 1859, zoo heeft men, volgens gezegde kolom:

dagen sedert 1 Januarij op den 17^n Julij = 197
en » » 13^n Sept. = 255
dus de verloopene dagen = 58.

2^e *Voorb.* Hoe veel dagen en decimale deelen van deze zijn er verloopen, tusschen den 13^n Maart te $10^u\,12^m$'s namiddags, en den 19^n December 1859 te $4^u\,10^m\,13^s$'s nachts? *Antw.* 280^d,2487.

Dagen enz. op den 13^n Maart = $71^d\,10^u\,12^m\,0^s$
» » » » 18^n Decemb. = 351. 16. 10. 13
dus het verschil = $280^d\,5^u\,58^m\,13^s$,

of de onderdeelen, door Tafel XLVI van de *Verzameling*, tot decimale deelen van dagen herleid, zoo is de verloopene tijd gelijk 280^d,2487.

§ 222. De laatste kolom van de bladz^n. N°. II, van elke maand, heeft tot titel: *Phases der maan.* De tijden dezer *phases* of de *schijngestalten der maan* worden hier tot tiende deelen van eene minuut opgegeven. De opgaven dezer tijden stemmen overeen met de oogenblikken, dat de lengten van zon en maan *nul*, 90°, 180° en 270° verschillen, namelijk:

nul verschil geeft *Nieuwe Maan*,
90° » » *Eerste Kwartier*,
180° » » *Volle Maan*, en
270° » » *Laatste Kwartier.*

De opgave van dit hemel verschijnsel wordt in den *Almanak* opgegeven in den middelbaren tijd van *Greenwich.* Wil men dat oogenblik herleiden tot eenen anderen meridiaan, of opgeven in den tijd van eene andere plaats, zoo vermeerdert men dezen tijd van *Greenwich* met den lengte-tijd, als men op *ooster lengte* is, of vermindert men dien tijd, als men *wester lengte* telt: de som of het verschil geeft dan te kennen, hoe laat het op de gegevene plaats is, als het gezegde verschijnsel aan den hemel plaats heeft.

1^e *Voorb.* Volgens den *Almanak* valt de nieuwe maan voor den 19^n October 1846, op het oogenblik, dat men te *Greenwich* telt $19^u\,43^m$,7, men vraagt, hoe laat de nieuwe maan voorvalt volgens den meridiaan van *Parijs*, stel gelegen op 2° 20′ 24″ ooster lengte? *Antwoord.* Te $19^u\,53^m$,1.

Om deze vraag op te lossen heeft men: men telt te *Greenwich* op eenig oogenblik $19^u\,43^m$,7; hoe laat zal het dan op hetzelfde oogenblik op 2° 20′ 24″ = $9^m\,21^s$,6 of 9^m,4 oostelijker zijn?

Het is *Nieuwe Maan*, als men te *Greenwich* telt $19^u\,43^m$,7
lengte-tijd, oost, 9 ,4
de som is . . . $19^u\,53^m$,1

dus valt de *Nieuwe Maan* voor, als het te *Parijs*, den 19^n October, $19^u\,53^m$,1 is.

2^e *Voorb.* Men vraagt den tijd van eerste kwartier in November 1846 in Amsterdamschen middelb. tijd? *Antw.* Den 25^n te $10^u\,50^m$,6. In den *Almanak* vindt men E. kwartier $25^d\,10^u\,31^m$,0.

3^e *Voorb.* Men vraagt op 32° lengte west, hoe laat het aldaar zal zijn, als het nieuwe maan is in December 1846? *Antw.* Naar de burgerlijke telling valt de nieuwe maan voor, als men op de genoemde lengte telt $10^u\,34^m$,3 's morgens van den 18^n December. — Men vindt in den *Almanak* nieuwe maan den 18^n te $0^u\,42^m$,3.

Eindelijk vindt men, in dezelfde kolom der schijngestalten van de maan, ook de tijden, dat de maan zich in haar *Apogeum* of zich op het verst van de aarde bevindt, alsmede, wanneer zij in haar *Perigeum* of naaste punt is. Als de maan in haar *Apogeum* of verste punt van de aarde is, zal haar verschilzigt, en dus ook hare halve middellijn, op het kleinste zijn, en omgekeerd, als zij zich in haar *Perigeum* bevindt. De opgaven dezer tijden kunnen van nut zijn bij de berekening der getijën; al het overige gelijk genomen, zijn de getijën het hoogst, als de maan in haar naaste punt tot de aarde is.

§ 223. In de vier volgende bladzijden, N°. III—VI, van iedere maand van den *Almanak*, vindt men de *maans regte opklimming en declinatie* van 3 tot 3^u opgegeven. Dat aantal van tijdstippen, zijnde acht voor elken dag, was noodig, om het onregelmatige in de maans regte opklimmingen en declinatiën van geenen belangrijken invloed te doen zijn in de berekening der evenredige deelen. Om nu voor eenige plaats en tijd ook de grootte dezer bogen door den *Almanak* te bepalen: *berekent men het overeenstemmend oogenblik; dit wordt steeds van den middag geteld verkregen; men bepaalt nu tusschen welke tijdstippen, in den* Almanak *opgegeven, het overeenstemmend oogenblik invalt, en hiervoor naar aanleiding van het verschil voor* 3^u, *het evenredige deel, dat men bijtelt bij de regte opklimming, en bij de declinatie bijtelt of aftrekt, naar dat zij toe- of afneemt.*

1^e *Voorb.* Den 27^n Dec. 1846 is men op 42° 10′ O. L; men vraagt te $11^u\,12^m$'s avonds naar de regte opkl. en decl. der ☾? *Antw.* De maans regte opklimming is $2^u\,25^m\,54^s$,7 en hare declinatie is 13° 15′ 52″.

Den 27^n December te $11^u\,12^m\,0^s$
lengte-tijd, oost, . . 2. 48. 40
dus het overeenstemmend oogenblik = $8^u\,23^m\,20^s$.

Deze $8^u\,23^m$,3 valt tusschen de tijdstippen van 6 en 9^u, waarvoor de gevraagde bogen in den *Almanak* zijn uitgedrukt, of $8^u\,23^m,3$ is $2^u\,23^m,3$ na 6^u.

In den *Almanak* voor 1846 vindt men:

Den 27^n Dec. ten 6^u = ☾^{s} regte opkl. = $2^u\,20^m\,31^s,7$ en decl. = $12^\circ\,56'\,31''$ N.
9 = » » » = $2.\,27.\,16,4$ » » = $13.\,20.\,49$
dus verschil voor 3^u » » » = + $6^m\,44^s,7$ » » = + $24'\,18''$.

Voor de regte opklimming heeft men nu:

$$3^u : 2^u\,23^m\,20^s = 6^m\,44^s,7 : x$$

en voor de declinatie:

$$3^u : 2^u\,23^m\,20^s = 24'\,18'' : x.$$

Beide deze evenredigheden kunnen op de gewone wijze, even als alle evenredigheden, opgelost worden, doch ook gemakkelijk door de proportionaal logarithmen van Tafel XL, zoo als in de *verklaring* dier *Tafel* is aangetoond, en ook uit de oplossing der volgende voorbeelden kan blijken:

De ☾^{s} regte opklimming is, den 27^n, te $6^u = 2^u\,20^m\,31^s,7$,

$3^u : 2^u\,23^m\,20^s = 6^m\,44^s,7 : x$
prop. log. $6.\,45 = 1,42597$
» » $2.\,23.\,20 = 0,09893$
$1,52490$ pr. l. v. het evenr. deel = + $5.\,23$
en derhalve is de ☾^{s} regte opklimming = $2^u\,25^m\,54^s,7$.

De ☾^{s} declinatie is, den 27^n, te $6^u = 12^\circ\,56'\,31''$ N.

$3^u : 2^u\,23^m\,20^s = 24'\,18'' : x$
prop. log. $24'\,18'' = 86967$
» » $2^u\,23^m\,20^s = 09893$
96860 pr. l. v. het evenr. deel = + 19.21
en derhalve de ☾^{s} declinatie = $13^\circ\,15'\,52''$ N.

In plaats van het verschil van 3^u, kan men, bij de maans declinatie, ook gebruik maken van de verschillen, in den *Almanak* opgegeven, voor 10^m verschil in tijd, en de evenredigheid wordt in dat geval, daar wij in den *Almanak* naast de declinatie van 6^u voor 10^m tijds $81''$ verschil vinden, aldus:

$$10^m : 2^u\,23^m\,20^s\ (143^m,3) = 81'' : x.$$

Voor x verkrijgt men $19'\,20'',7$, dat slechts weinig met het reeds gevondene evenredige deel verschilt.

2^e *Voorb.* Den 30^n December 1846 wordt, op $63^\circ\,12'$ L. W., te $10^u\,12^m$'s avonds, gevraagd naar de maans regte opklimm. en declin. *Antw.* De regte opklimming is $5^u\,23^m\,29^s,2$ en de declinatie $19^\circ\,0'\,31''$ N.

Opgaven uit den *Almanak* voor 1846.

Den 30^n Dec. te 12^u ☾^{s} regte opkl. = $5^u\,18^m\,0^s,2$ en decl. = $18^\circ\,59'\,10''$ N.
$15.$ » » » = $5.\,24.\,49,1$ » » = $19.\,0.\,15$.

Den 30^n te $10^u\,12^m\,0^s$
lengte-tijd, west, $4.\,12.\,48$
$14^u\,24^m\,48^s$

of het overeenstemmend oogenblik is den 30^n te $2^u\,24^m\,48^s$ na middernacht.

1°. ☾^{s} regte opklimming, den 30^n, te $12^u = 5^u\,18^m\,0^s,2$
prop. log. $6^m\,48^s,9 = 1,42170$
» » $2^u\,24.\,48 = 0,09450$
$1,51620$ pr. log. van $5.\,29$
dus de gevraagde ☾^{s} regte opklimming = $5^u\,23^m\,29^s,2$.

2°. ☾^{s} declinatie, den 30^n, te $12^u = 18^\circ\,59'\,10''$ N.
prop. log. $1'\,41'' = 2,02910$
» » $2^u\,24^m\,48^s = 0,09450$
$2,12360$ pr. log. van $1.\,21$
derhalve de gezochte ☾^{s} declinatie = $19^\circ\,0'\,31''$ N.

3^e *Voorb.* Den 22^n Nov. 1846 vraagt men, op $15^\circ\,10'$ lengte west, te $10^u\,12^m$'s morgens, naar de ☾^{s} regte opklimming en declinatie? *Antw.* De ☾^{s} regte opklimm. is $18^u\,59^m\,49^s,2$ en de decl. $17^\circ\,39'\,28''$ Z.

Opgaven uit den *Almanak* voor 1846.

Den 21^n Nov. te 21^u ☾^{s} regte opklimming = $18^u\,54^m\,28^s,2$ en declin. = $17^\circ\,48'\,51''$ Z.
» 22^n » » 0 » » » = $19.\,1.\,44,5$ » » = $17.\,36.\,7$

4^e *Voorb.* Op den 31^n October 1846, te $3^u\,2^m$'s nachts, vraagt men, op 9° lengte oost, naar de ☾^{s} regte opklimming en declinatie? *Antw.* De ☾^{s} regte opklimm. = $23^u\,31^m\,41^s$ en de decl. = $0^\circ\,12'\,12''$ N.

Opgaven uit den *Almanak* voor 1846.

Den 30^n te 12^u ☾^{s} regte opklimming = $23^u\,26^m\,8^s,0$ en declinatie = $0^\circ\,16'\,26''$ Z.
15 » » » = $23.\,32.\,59,3$ » » = $0.\,18.\,52$ N.

§ 224. Op de bladzijden N^s. VII en VIII van de maanden van den *Almanak*, zijn voor de vier groote planeten, *Venus*, *Mars*, *Jupiter* en *Saturnus*, voor den zeeman van eenig belang, opgegeven: hare regte opklimming, declinatie, tijd van doorgang, halve middellijnen en equatoriaal horizontaal verschilzigt. Deze opgaven zijn de *Geocentrische plaatsen* dier planeten, of die, welke men als uit het middelpunt der aarde zoude waarnemen; de *Heliocentrische plaatsen* zijn die, welke men uit het middelpunt der zon zoude opmerken.

De opgaven dezer twee bladzijden zijn allen voor het oogenblik van den middelbaren middag van *Greenwich*, en de invulling voor andere tijden dan 0^u, geschiedt op gelijke wijze, als dit bij de zon, voor dergelijke opgaven, bereids is aangetoond. Alleen moeten wij ten deze uitzonderen de halve middellijnen en het horizontaal verschilzigt der genoemde planeten, die hier van 5 tot 5 dagen worden opgegeven. Overigens wordt voor het overeenstemmend oogenblik door het verschil der tijdstippen, waar het overeenstemmend oogenblik tusschen valt, een evenredig deel bepaald, dat men weder bijtelt of aftrekt, naar dat de grootheden uit den *Almanak* toe- of afnemen. Bij de doorgangen der planeten neemt men nog in acht, dat de planeets dagen somtijds kleiner zijn, dan de zonne dagen, dat dan ten gevolge heeft, dat deze soms tweemalen op eenen gewonen of zonne dag door den meridiaan kunnen gaan. Ook maken deze doorgangen met die der maan daarin eene afwijking, dat deze tijden van doorgangen soms *vervroegen*, dat dan ten gevolge heeft, dat het evenredige deel, dat men voor de lengte berekent, *bij O^r. lengte bijgeteld en bij W^r. lengte moet worden* *afgetrokken, bij of van den doorgangstijd der planeet.* Of, in het algemeen als deze tijden verkleinen, trekt men het evenredige deel af, en omgekeerd bij vergrooting telt men het bij, voor wester lengte, doch voor ooster lengte omgekeerd.

1e *Voorb.* Den 13n September 1846, wordt op 74° 10′ wester lengte, te $2^u 10^m$'s nachts, gevraagd naar de regte opklimming, de declinatie, de halve middellijn en het horizontaal verschilzigt van de planeet *Venus? Antw.* De regte opklimming is $9^u 56^m 46^s,7$, de N. declinatie 13° 34′ 4″,8, de halve middellijn 5″,5 en het horizontaal verschilzigt 5″,7.

Men vindt in den *Almanak* voor 1846 voor *Venus*, ♀.

Den 12n	September	te 0^u	regte opklimming	=	$9^u 52^m 57^s,9$
» 13	»	» 0.	» »	=	9. 57. 45 ,4
» 12	»	» 0.	declinatie N.	=	13° 52′ 31″
» 13	»	» 0.	» »	=	13. 29. 21
» 11	»	» 0.	halve middellijn	=	5 ,5
» 16	»	» 0.	» »	=	5 ,4
» 11	»	» 0.	equat. verschilzigt	=	5 ,7
» 16	»	» 0.	» »	=	5 ,6.

13 Sept. $2^u 10^m$'s nachts of 12 Sept. te $14^u 10^m 0^s$ namidd.
lengte-tijd, west, 4. 56. 40
dus het overeenstemmend oogenbl. = $19^u 6^m 40^s$ of, den 12n, te $19^u,1$.

1°. *De regte opklimming te vinden.*

Den 12n September te 0^u ♀s regte opkl. = $9^u 52^m 57^s,9$
verand. in $24^u = +4^m 47^s,5$; dus in $19^u,1$ = + 3. 48 ,8
derhalve de regte opklimming = $9^u 56^m 46^s,7$.

2°. *De declinatie te bepalen.*

Den 12n September is te 0^u de declinatie N. = 13° 52′ 31″
verand. in 24^u = — 23′ 10″; dus in $19^u,1$, = — 18. 26 ,2
en mitsdien de N. declinatie van ♀ = 13° 34′ 4″,8.

3°. *De halve middellijn en het horizontaal verschilzigt.*

Volgens de aanteekening uit den *Almanak* is het verschil van de halve middellijn en het equatoriaal verschilzigt van de planeet *Venus*, op den gegeven' tijd, slechts 0″,1 voor de halve middellijn, en even zoo veel voor het verschilzigt, en wel in vijf dagen, en gevolgelijk te klein, om hier in eenige aanmerking te komen; men neemt dus voor de halve middellijn 5″,5 en voor het verschilzigt 5″,7. Door Tafel LIII kan nu het horizontale verschilzigt der planeten tot verschilzigt in hoogte herleid worden.

2e *Voorb.* Den 13n September 1846 wordt, op 25° lengte west, gevraagd, hoe laat aldaar de planeet *Venus* door den meridiaan zal gaan? *Antw.* Te $22^u 30^m,3$.

Opgaven uit den *Almanak* voor *Venus* 1846.

Den 13n Sept. gaat *Venus* door den meridiaan te $22^u 30^m,2$
» 14 » » » » » » » 22. 31 ,0.

Den 13n *Venus* doorgang te $22^u 30^m,2$
360° : 25° = $0^m,8 : x$; komt 0 ,1
dus heeft de doorgang van *Venus* plaats te $22^u 30^m,3$.

3e *Voorb.* Op den 20n October 1846 vraagt men, op 3° ooster lengte, naar den tijd van doorgang van de planeet *Mars*, alsmede naar de regte opklimming, de declinatie, de halve middellijn en het horizontaal verschilzigt van voornoemde planeet op den tijd van haren doorgang? *Antw.* De planeet gaat door den meridiaan te $22^u 54^m,1$, de regte opklimming is $12^u 52^m 8^s,2$, de Z. declinatie is 4° 43′ 24″,4. de halve middellijn 1″,7 en het verschilzigt 3″,3.

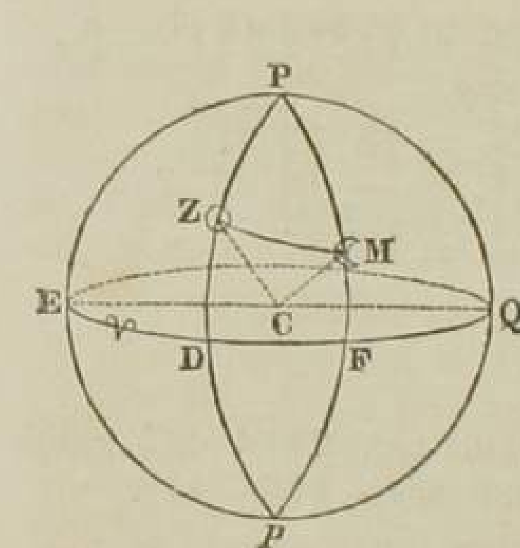
Opgaven uit den *Almanak* voor 1846 voor *Mars*, ♂.

Den 19n	October	doorgang	te		$22^u 55^m,7$
» 20	»	»	»		22. 54 ,1
» 20	»	regte opklimm.	»	0^u	12. 49 $51^s,2$
» 21	»	» »	»	0.	12. 52. 16,0
» 20	»	declinatie	»	0.	4° 28′ 40″ Z.
» 21	»	»	»	0.	4. 44. 15
» 16	»	½ middellijn	»	0.	1,7
» 21	»	»	»	0.	1,7
» 16	»	equat. hor. versch.	»	0.	3,3
» 21	»	» » » »	»	0.	3,3.

4e *Voorb.* Men vraagt den tijd van doorgang, van de planeet *Mars*, den 26n October 1846, op 120° lengte oost en op 120° lengte west? *Antw.* Op de lengte oost te $22^u 45^m,5$ en op de wester lengte te $22^u 44^m,5$.

Opgaven uit den *Almanak* voor 1846 voor *Mars*, ♂.

Den 25n	doorgang,	te *Greenwich*,	te	$22^u 46^m,5$
» 26	»	» »	»	22. 45 ,0
» 27	»	» »	»	22. 43 ,5.



§ 225. De laatste bladzijden van de maanden van den *Almanak*, of Nos. IX—XIV, bevatten de opgaven van afstanden van eenige hemelligchamen tot de maan. Veronderstellen wij, dat C het middelpunt der aarde, en PEpQ de omtrek zij van eenen denkbeeldigen bol, dien wij om de aarde stellen. Verder zij EQ de equator en P en p de polen. Stellen wij nu, dat er van twee hemelligchamen, bijv., van de maan en de zon, of van M en Z lijnen getrokken worden tot C, het middelpunt der aarde, zoo is M de projectie van het eene hemelligchaam en Z die van het andere, beide op dien denkbeeldigen bol om de aarde, en de ∠ZCM is de hoek, onder welken de gedachte twee hemelligchamen van uit het middelpunt der aarde zouden worden gezien. Laten wij nu door de punten M en Z op onzen bol en door de polen P en p bogen van groote cirkels gaan, zoo zijn dit meridianen, en ZD en MF de declinatiën van M en Z, verder is de boog ZM gelijk aan den hoek ZCM; deze boog of hoek wordt *hoekige afstand* of eenvoudig *afstand* geheeten. De afstand van de hemelligchamen of ZM wordt gemakkelijk door de bolvormige driehoeken berekend, als men in aanmerking neemt, dat ♈D en ♈F de regte opklimmingen der hemelligchamen zijn, ∠ZPM gelijk is aan het verschil dezer regte opklimmingen, en verder dat PZ en PM de poolsafstanden der hemelligchamen zijn. In de driehoeken PZM of pZM zijn dus in elk twee zijden met den ingesloten hoek bekend, als men van die hemelligchamen de declinatiën en regte opklimmingen kent. Het zijn nu de bogen ZM, of de *hoekige afstanden*, die wij van 3 tot 3^u in den *Almanak* in grootte vinden uitgedrukt voor de maan met de zon, en de maan met de planeten *Venus*, *Mars*, *Jupiter* en *Saturnus*, en met de sterren *Aries* (*α in den Ram*), *Aldebaran*, *Pollux*, *Regulus*, *Spica*, *Antares*, *Altair* (*α in den Arend*), *Fomalhaut* en *α in Pegasus*.

1^e *Voorb*. Stel, men begeert, met de opgaven uit den *Almanak*, den afstand der maan met de zon te berekenen, voor den 27^n Mei 1846, op het oogenblik, dat men 0^u te *Greenwich* telt, zoo heeft men uit den *Almanak*.

Den 27^n Mei te 0^u ☾^{s} regte opklimm. $= 6^u\,10^m\,39^s{,}1$ en declin. N. $= 19°\;8'\;10''$
» » ⊙^{s} » » $= 4.\;15.\;26{,}1$ » » N. $= 21.\;16.\;57.$

Het verschil der regte opklimmingen van ☾ en ⊙ is $1^u\,55^m\,13^s$, het is de grootte van den boog DF, en deze is de maat van den ∠ DPF; verder is MF de ☾^{s} declinatie en PM hare poolsafstand $= 70°\,51'\,50''$ en ZD de ⊙^{s} declinatie en PZ $= 68°\,43'\,3''$. In den bolvormigen driehoek PZM zijn derhalve twee zijden met den ingesloten hoek bekend; indien men nu uit M een' loodregten boog trekt op PZ, zoo heeft men, dien boog Mx noemende, voor Px:

$$\textit{Cot.}\,\mathrm{PM} : \textit{rad.} = \textit{cos.}\,\angle\,\mathrm{ZPM} : \textit{tang.}\,\mathrm{P}x.$$

$$\begin{array}{rl}
\textit{L.rad.} + \textit{l. cos.}\,\angle\mathrm{ZPM} = & 19{,}9426388 \\
\text{» } \textit{cot.}\quad \mathrm{PM} = & \underline{\;9{,}5403132} \\
 & 10{,}4023256\ \ \textit{log. tang.}\ \text{van}\ 68°\,23'\,51'' = \mathrm{P}x \\
 & \qquad\qquad\qquad\qquad \mathrm{PZ} = \underline{68.\;43.\;\;3} \\
 & \qquad\qquad\qquad\quad \text{dus Z}x = \;\;0°\,19'\,12''.
\end{array}$$

Voor ZM is: $\textit{Cos.}\,\mathrm{P}x : \textit{cos.}\,\mathrm{Z}x = \textit{cos.}\,\mathrm{PM} : \textit{cos.}\,\mathrm{ZM}.$

$$\begin{array}{rl}
\textit{Log. cos.}\ \mathrm{PM} = & 9{,}5156267 \\
\text{» \quad » }\ \mathrm{Z}x = & 9{,}9999932 \\
\textit{comp.}\ \text{» \quad » }\ \mathrm{P}x = & \underline{0{,}4339574} \\
 & 9{,}9495773\ \ \textit{log. cos.}\ \text{van}\ 27°\,4'\,42''\ \text{gelijk}
\end{array}$$

aan den waren afstand; in den *Almanak* vindt men $27°\,4'\,41''$.

2^e *Voorb*. Den 25^n October 1846, vraagt men den afstand te berekenen te 0^u tusschen de zon en de maan? *Antw*. $62°\,38'\,57'',6$. In den *Almanak* vindt men $62°\,38'\,57''$.

Opgaven uit den *Almanak* voor 1846, den 25^n te 0^u.

☾^{s} Regte opklimming $= 18^u\,17^m\,54^s{,}0$ en declinatie Z. $= 18°\,33'\;\;2''$
⊙^{s} » » $= 13.\;58.\;11{,}6$ » » Z. $= 12.\;\;4.\;42.$

§ 226. De afstanden zijn in den *Almanak* opgegeven van het westen naar het oosten, en beginnen elken dag met den grootsten afstand van het hemelligchaam. W. beteekent, dat het hemelligchaam West, en O., dat het zich Oost van de maan bevindt.

Hoe men door deze afstanden den middelbaren tijd op *Greenwich* bepaalt, en vervolgens de lengte berekent, zullen wij hier niet verklaren; het eerste is met genoegzame uitvoerigheid geschied bij de

verklaring van de *proportionaal logarithmen*, vervat in Tafel XL *der Verzameling*, en het tweede zal bepaaldelijk behandeld worden, bij het vinden der lengte door de afstanden van de hemelligchamen.

§ 227. De bladz. 169—179 van den *Almanak* bevatten de *regte opklimming* en *declinatie* van eenige vaste sterren. De tijden van opgaven zijn voor de poolster van 5 tot 5 en voor de overige vaste sterren van 10 tot 10 dagen; de tusschenvoeging voor tusschen liggende dagen kan altijd op het gezigt geschieden. De *uren* en *minuten*, alsmede de *graden* en *minuten*, worden nabij de hoofden der kolommen aangetroffen; de aanwijzingen voor de seconden vindt men iets lager. Voor de declinatie van *α* in *Pegasus* of *Markab*, vindt men den 9^n Augustus 1846, $14°\,23'\,70''$; dat als $14°\,24'\,10''$ N. wordt opgeteekend. Tafel XXVIII onzer *Verzameling* bevat mede deze opgaven; bij naauwkeurige waarnemingen zijn evenwel die van den *Almanak* te verkiezen, als zijnde in den *Almanak* bij de opgaven van genoemde grootheden, de kleine verstoring, veroorzaakt door de *Praecessie*, *Nutatie* en *Aberratie*, behoorlijk in acht genomen.

§ 228. Bij het slot dezer korte verklaring van den *Almanak* meenen wij, dat eene enkele aanmerking hier niet ongepast zal zijn; zij betreft de feilen, welke er soms in de duizende cijfers van dat jaarboek zouden kunnen plaats hebben. De *Nautical Almanac*, die ten grondslag van onzen Almanak strekt, wordt met zeer veel zorg berekend, en daarbij alle maatregelen genomen om dien zonder drukfeilen te doen uitkomen. Naar eigene overtuiging houde ik mij ten stelligste verzekerd, dat de Nederlandsche Zeemans Almanak met niet minder zorg wordt nagegaan, en dat deswege geene moeite en kosten gespaard worden, om dat gewigtige werk elk jaar zoo naauwkeurig mogelijk en vrij van drukfeilen in het licht te doen verschijnen. Sedert dat de Nederlandsche Zeemans Almanak voor 1837 onder eenen nieuwen vorm in het licht is verschenen, is hij steeds onder onze medewerking en bepaald toezigt uitgekomen, en zijn slechts *zeer enkele* drukfeilen daarin gevonden, en wij gelooven, dat de Almanak het vertrouwen, dat hem algemeen ten deel valt, ten volle waardig is. Feilen in dergelijke werken kunnen zeer nadeelige gevolgen hebben, en daarom moet alles aangewend worden, om die zoo veel mogelijk te vermijden; bij alle zorg kunnen zij echter plaats hebben, en het zoude eene *dwaasheid* zijn te veronderstellen, dat zij, noch in den *Almanak* noch in eene *Verzameling van Tafelen*, met hoe veel zorg ook te zamen gesteld, en vóór de afdrukking bij herhaling nagezien, kunnen plaats hebben! Wij meenen dus elk zeeman als eenen goeden raad te moeten aanbevelen: zie, bij uwe zeevaartkundige berekeningen uwe rijen van cijfers, zoo wel in den *Almanak* als in uwe *Tafelen* daarbij te bezigen, met aandacht over, en doe dit zoo dikwerf als gij zoudt meenen, daartoe eenige aanleiding te hebben. Neem in de opvolgende rijen van cijfers, ter plaatse waar gij die benoodigd zijt, of daarvan gebruik wenscht te maken, eenige opvolgende verschillen; is daarin eene goede orde, eene gelijkmatige toe- of afneming, zoo bestaat er geene reden om eenige feil te veronderstellen; bestaat er echter onder die verschillen eene aanmerkelijke afwijking, ééne, die bij de andere ongelijk veel verschilt, zoo neem dan daar ter plaatse tusschen die grootheden eenige achtervolgende verschillen, en verder van die verschillen weder de verschillen, d. i., de tweede verschillen, en bepaal hieruit dan een gemiddeld tweede verschil. Dit gemiddeld tweede verschil wordt op het eerste verschil der rij eerste verschillen toegepast, en door het herhaald toepassen van het gemiddeld tweede verschil, wordt telkens een nieuw opvolgend eerste verschil bepaald, en hierdoor eene rij van eerste verschillen gevonden, waardoor dan eene nieuwe rij van grootheden gevonden kan worden, die aanleiding zal geven tot het ontdekken van de feil in de grootheden van den *Almanak* of der *Tafelen*.

Veronderstel, men heeft de volgende rij van grootheden:

den	16^n	van eenige	maand	$8^m\ 51^s,81$
	17	»	»	8. 34 ,37
	18	»	»	8. 16 ,72
	19	»	»	7. 59 ,88
	20	»	»	7. 40 ,86
	21	»	»	7. 22 ,69
	22	»	»	7. 4 ,39.

Eene beschouwing van de rij dezer grootheden doet ons spoedig opmerken, dat er omstreeks den 18^n—20^n eenige ongelijkheid in de verschillen plaats heeft, en er dus aldaar eene feil in de rij der getallen zal zijn geslopen. Om nu die feil te ontdekken, neme men naar aanleiding van het gezegde de verschillen, vervolgens de verschillen der verschillen en het gemiddelde dezer laatste; dit geeft:

Gestelde grootheden uit den Almanak.	1^e *verschillen.*	2^e *verschillen.*
$8^m\ 51^s,81$		
	— $17^s,44$	
34 ,37		+ $0^s,21$
	— 17 ,65	
16 ,72		— 0 ,81
	— 16 ,84	
7^m 59 ,88		+ 2 ,18
	— 19 ,02	
40 ,86		— 0 ,85
	— 18 ,17	
22 ,69		+ 0 ,13.
	— 18 ,30	
4 ,39		

Men heeft nu, om het gemiddelde verschil te bepalen:

+ 0,21	en	— 0,81
+ 2,18		— 0,85
+ 0,13		— 1,66
+ 2,52		+ 2,52
		+ 0,86

5/+ 0,86/+ 0,172.

Dus is het gemiddelde 2^e verschil gelijk + 0,172, en dat toegepast op het eerste verschil, geeft $17^s,44 + 0^s,172 = 17^s,612$; $17^s,612 + 0^s,172 = 17^s,784$, enz., of de volgende eerste verschillen:

— $17^s,440$	— $17^s,956$
— 17 ,612	— 18 ,128
— 17 ,784	— 18 ,300.

Deze verschillen worden nu achtervolgens toegepast op de eerste grootheid onzer rij grootheden, bijv.,: $8^m\ 51^s,81 - 17^s,44 = 8^m\ 34^s,37$; $8^m\ 34^s,37 - 17^s,612 = 8^m\ 16^s,758$ en wordt dan, aldus voortgaande, de rij der grootheden met weglating der duizendste deelen:

Den	16^n	der	maand	$8^m\ 51^s,81$
»	17	»	»	8. 34 ,37
»	18	»	»	8. 16 ,76
»	19	»	»	7. 58 ,97
»	20	»	»	7. 41 ,02
»	21	»	»	7. 22 ,89
»	22	»	»	7. 4 ,59.

Hieruit blijkt, dat de feil gevonden wordt in de opgave van den 19^n en dat voor 59^s aldaar 58^s gelezen moeten worden.

Veronderstellen wij, dat men de volgende proportionaal logarithmen vond.

		1^e *vers.*	2^e *vers.*	*gemidd.* 2^e *vers.*
1^o.	7865			
		5		
	7860		— 4	
		1		
	7859		+ 7	0.
		8		
	7851		— 3	
		5		
	7846			

Het gemiddelde 2^e verschil is 0, men heeft dus op het eerste verschil niets toe te passen, — 5 is derhalve de term, waarmede de opvolgende rij verkregen wordt; dit doet ons zien, dat de derde term 7855 moet zijn en niet 7859.

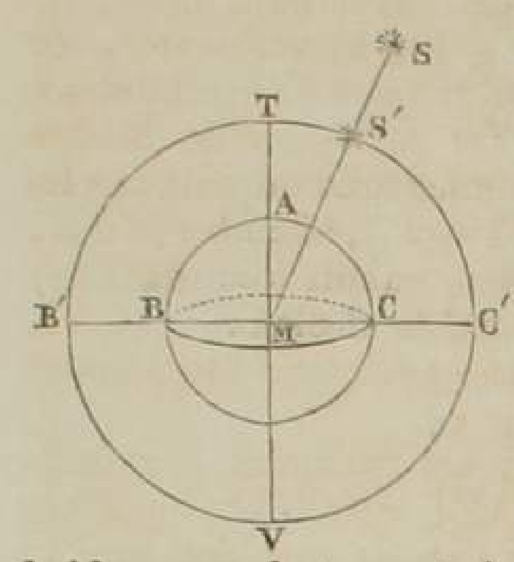
2^o.	7774			
		5		
	7769		+ 34	
		39		
	7730		— 10	0.
		29		
	7759		— 24	
		5		
	7754			

Ook hier moet de nieuwe rij door het eerste verschil bepaald worden, en dat geeft ons voor de derde term 7764 in plaats van 7730.

TWEEDE AFDEELING.

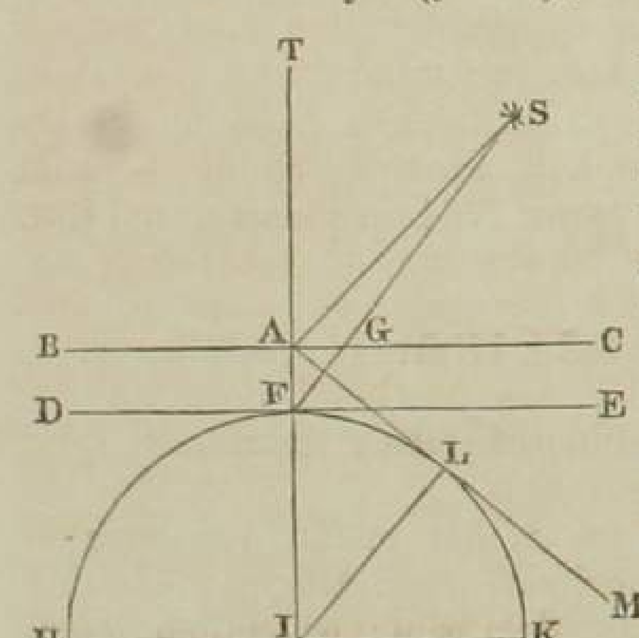
Over de hoogten der Hemelligchamen, enz.

§ 229. Onder de waarnemingen op zee is het meten der hoogten van de hemelligchamen eene der belangrijkste verrigtingen, die den zeeman dagelijks en onophoudelijk als ten deel zijn; wij zullen daaromtrent kortelijk het volgende mededeelen, en verwijzen, tot meerdere uitvoerigheid in sommige deelen hiervan, naar de *Verklaring van de Verzameling van Tafelen* en van den *Almanak*.



§ 230. Nemen wij aan, dat ABC de aarde voorstelt, en dat zich in A een waarnemer bevindt, zoo is TV de top- en voetpuntslijn; zij gaat door A of den waarnemer en het middelpunt M der aarde (§ 118); stellen wij een vlak BC of B'C' in M regthoekig door TV, zoo is dit het vlak van den waren horizon, van waar alle hoogten voor eenen waarnemer in A geteld moeten worden. Indien zich nu in S eenig hemelligchaam bevindt, zoo is de hoek SMC de hoogte en de $\angle$SMT de toppunts afstand van dat hemelligchaam, beide voor het punt A op de aarde. Indien wij TB'VC'T als den omtrek van eenen bol aannemen, waarvan ook M het middelpunt is, zoo is S' de projectie van het hemelligchaam op dien, zoo dikwerf door ons gestelden, denkbeeldigen bol om de aarde, en de boog S'C' = $\angle$SMC = de hoogte van het hemelligchaam S voor iemand in A geplaatst.

Hoe, en op welke wijze, die hoogten gemeten worden, zullen wij nader aantoonen. De hoogte, welke men op zee waarneemt, of de *geschotene hoogte* van eenig *hemelligchaam*, geeft ons niet onmiddellijk den boog S'C' of den hoek SMC. Neen, wij zijn met ons oog, waarmede de waarnemingen gedaan worden, niet in den schijnbaren of waren horizon, niet in het middelpunt der aarde, maar zelfs iets boven de oppervlakte der aarde verheven, en verder komen de lichtstralen, waarvan SM er een voorstelt, niet in regte lijnen tot ons; en eindelijk zijn zon, maan en planeten niet, gelijk de vaste sterren, als enkele lichtpunten voor ons aan te merken, maar als vlakke schijven, waarvan men alleen de middelpunten in aanmerking neemt, en evenwel niet anders dan de randen kan waarnemen. Dit een en ander geeft aanleiding tot de vier verbeteringen voor de hoogte, namelijk die der *kimduiking* (§ 231), *straalbuiging* (§ 232), *het verschilzigt* (§ 234), en *de halve middellijn* (§ 235), zoo als wij nader zullen aantoonen.



§ 231. *Kimduiking.* Laat KFHK de halve oppervlakte des aardbols voorstellen, verder stelt S de plaats voor van eenig hemelligchaam, T het toppunt van een' in A boven de oppervlakte der aarde geplaatsten waarnemer, die zich ter hoogte van AF boven de aarde verheven bevindt, DE is het vlak van zijnen schijnbaren horizon of ware kim en BC een vlak evenwijdig aan genoemd vlak. In het punt A wordt het oog des waarnemers gesteld, of, zoo men tot de hoogte-meting een octant of sextant bezigt, bevindt zich aldaar, tijdens de waarneming, de groote spiegel van dat werktuig. Trekt men nu van het punt A eene lijn ALM, rakende de oppervlakte der aarde, zoo stelt deze ALM eene lijn of een vlak voor, hetwelk de aarde in L

aanraakt, en dat schijnbare kim genoemd wordt. Het punt L is, op zee bij een onbelemmerd gezigt, het punt van het verste water, en de $\angle$SAL is de hoogte van het hemelligchaam S boven de schijnbare kim en wordt *geschotene hoogte* genoemd. De $\angle$SAC, de hoogte boven den schijnbaren horizon, is kleiner dan de $\angle$SAL, en de $\angle$CAL, het verschil der genoemde hoeken, heet *kimduiking; kimduiking is dus, voor eenen waarnemer*, de $\angle$CAL, die gemaakt wordt door de *ware en schijnbare kim.* Uit de fig. blijkt, dat $\angle$SAC = $\angle$SAL − $\angle$CAL is, hetgeen aanduidt, dat *de kimduiking van de geschotene hoogte moet worden afgetrokken.*

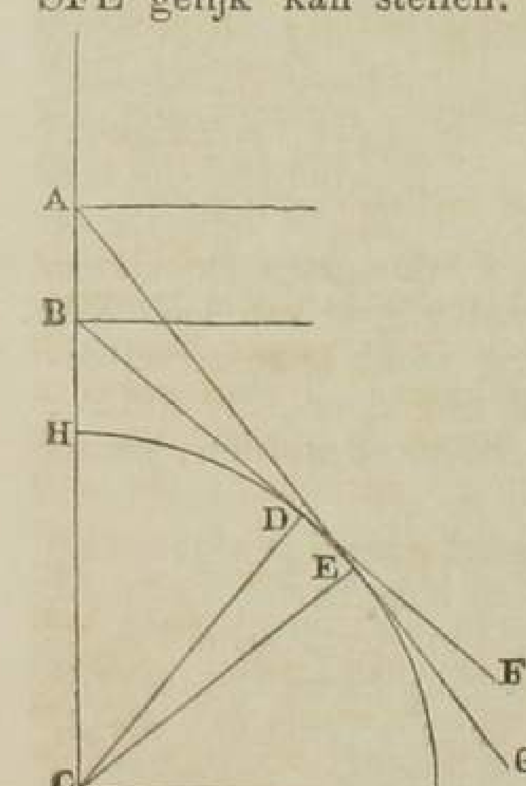
De lijn IL uit het middelpunt der aarde tot het raakpunt L getrokken, staat in L loodregt op AM, en dus $\angle$ALI = 90°, en bijgevolg is de driehoek ALI een regthoekige driehoek, en de som der hoeken LIA en IAL = 90°, ook $\angle$CAL + $\angle$IAL = 90°, en dus:

$$\begin{array}{lrcl} & \angle IAL + \angle LIA & = & \angle CAL + \angle IAL \\ & \angle IAL & = & \angle IAL \\ \hline \text{blijft} & \angle LIA & = & \angle CAL. \end{array}$$

IF en IL zijn radiën der aarde en AI = IF + FA. Voor den $\angle$AIL, gelijk aan den hoek der kimduiking CAL, heeft men dus:

$$IL : \mathit{Rad.} = IA : \mathit{Secans} \angle AIL.$$

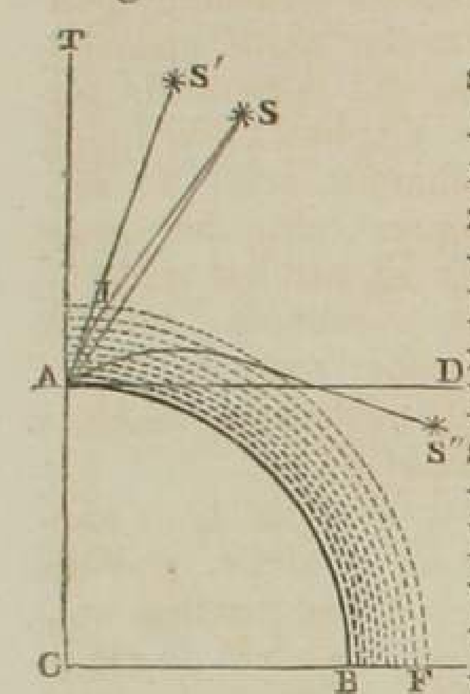
Wij hebben den $\angle$SAC gelijk gesteld aan den $\angle$SFE, zijnde de hoogte van het hemelligchaam boven den schijnbaren horizon; dit is niet geheel juist, en is de eerst genoemde hoek steeds iets kleiner dan de tweede; want men heeft $\angle$SFE = $\angle$SGC = $\angle$SAC + $\angle$ASG; het verschil is derhalve gelijk aan den $\angle$ASG, die bij de waarnemingen niet meer dan een zeer klein gedeelte van eene seconde kan bedragen, hetgeen aanleiding geeft, dat men de hoeken SAC en SFE gelijk kan stellen.



De hoeken van kimduiking worden grooter, naarmate men zich boven de oppervlakte der aarde verheft; voor een' waarnemer in A geplaatst is zij grooter dan voor iemand in B. De hoeken van kimduiking voor A en B zijn gelijk aan de hoeken ACE en BCD, en dus die voor A grooter dan die voor B.

Zie verder voor de kimduiking en hare naauwkeurige berekening de verklaring van Taf. XVII der *Verzameling*, waar zij voor verschillende hoogten tot 44 ellen boven de oppervlakte der zee berekend zijn, en ook op hare vermindering door de straalbuiging mede achtgegeven is.

§ 232. *Straalbuiging.* De aardbol is door eene dunne of ligte vloeistof omgeven, die uit verschillende luchtsoorten bestaat, welke gezamentlijk of te zamen genomen *dampkring* worden genoemd, die zich slechts tot op weinige mijlen ver van de aarde uitstrekt. Het is door eene lichtstraal van eenig hemelligchaam, dat wij het eigentlijk zien, en eene algemeene en bekende eigenschap der lichtstralen, dat zij iets in hunne rigtingen veranderen, zoodra zij van eenige vloeistof in eene andere overgaan, die in digtheid of zwaarte van de voorgaande onderscheiden is.

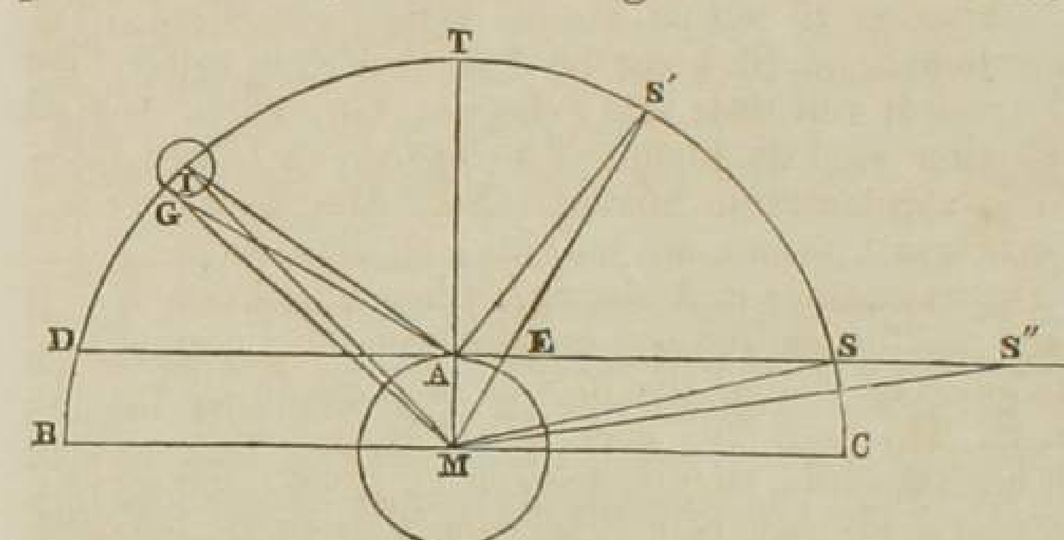


Nemen wij aan, dat BCA een gedeelte voorstelt van den aardbol, door zijnen dampkring AIFB omgeven, en verder, dat A een waarnemer zij, die geplaatst is in den schijnbaren horizon AD. De hoek SAD zoude nu de hoogte van het hemelligchaam S boven den schijnbaren horizon kunnen voorstellen, als men konde aannemen, dat de lichtstraal SA, in eene regte lijn tot A kwam. Volgens de genoemde eigenschap der lichtstralen heeft dit niet plaats, en worden zij iets in hunne rigting veranderd. De lichtstraal SI komt bij I in den dampkring, en wordt van daar iets gebogen, om, als in de rigting van de toplijn TA bij A, in het oog des waarnemers te komen. Naarmate de lichtstraal in den dampkring voortgaat, neemt die buiging, bij de toeneming der luchtzwaarte, toe. De waarnemer in A ziet nu het hemelligchaam niet in S, maar, volgens eene raaklijn, in zijn oog aan die kromming gesteld, en dus volgens de regte lijn AIS′ en derhalve in S′ en niet, zoo als hij wezentlijk moest doen, in S. Hij meet dus hoek S′AD en niet hoek SAD; het hoekje S′AS is het verschil, en dit stelt ons de grootte der *straalbuiging* of *refractie* voor, als het hemelligchaam zich in S bevindt. Door de straalbuiging zien wij de hemelligchamen dus iets te hoog, *van daar, dat zij steeds van de geschotene hoogte moet worden afgetrokken.* Voor de hemelligchamen in den horizon, of voor S″, is de straalbuiging het grootst; naarmate het hemelligchaam echter in hoogte toeneemt, verkleint zij, en is de refractie *nul* voor 90° hoogte der hemelligchamen. Daar de toestand van den dampkring elk oogenblik door verandering in temperatuur en druk van lucht verandert, zoo is daardoor de straalbuiging voor gelijke hoogten niet altijd even groot en telkens aan kleine veranderingen onderworpen. De straalbuiging van Taf. XX der *Verzameling* is daardoor niet meer dan eene middelbare straalbuiging, welke naar den toestand van den dampkring door Taf. XXA, of door de Tafelen LI en LII, nader verbeterd moet worden, zooals uit de *Verklaring* dier Tafelen kan blijken.

Deze buiging der lichtstralen is eene hoogst merkwaardige eigenschap der natuur. Buiten andere voordeelen, heeft zij ook dit ten gevolge, dat door haar het aanwezen van de zon, de maan en der overige hemelligchamen voor de bewoners der aarde als verlengd wordt. Ook de morgen- en avond-schemering is een gevolg der straalbuiging; als de zon nagenoeg 34′ beneden den horizon gezonken is, zoo verdwijnt zij voor ons beneden den gezigteinder; maar de lichtstralen, die zich nog in den dampkring verspreiden, worden in het oneindige gebogen, en vormen nog een zwak licht, *schemering* genoemd, dat eerst dan geheel ophoudt, als de zon 18° beneden den horizon gedaald is. Eindelijk zijn

de *verrekijkers*, de *microscopen*, en de zoogenoemde *lenticulaire kustlichten*, aan die breking der lichtstralen hunne werking of aanwezen verschuldigd, en is zij voor den zeeman daarom ook ten dien aanzien van groot nut.

§ 233. Na de toepassing der kimduiking worden de waarnemingen der zon, maan en planeten, als van de oppervlakte der aarde gedaan, en wel aan de randen dier hemelligchamen. Alle die waarnemingen moeten echter ten slotte beschouwd worden, als uit het middelpunt der aarde en op de middelpunten dier hemelligchamen zelve te zijn geschied. De hoogten der hemelligchamen van de oppervlakte der aarde waargenomen, moeten dus herleid worden, als of zij uit het middelpunt der aarde waren waargenomen (§ 230). De vereffening tot die herleiding dienende, heet *verschilzigt*, en die, waardoor men de waarnemingen van de randen der hemelligchamen tot die hunner middelpunten herleidt, de verbetering voor de *halve middellijnen*.



§ 234. *Verschilzigt.* Veronderstellen wij, dat AM de aarde zij, en A de plaats van een' waarnemer, dan is TM de toplijn en BC en DS zijn de ware en schijnbare horizons van den waarnemer. Zoo nu iemand eenig hemelligchaam in den schijnbaren horizon DS waarneemt, zoo zal de hoogte boven dien horizon DS nul zijn; de hoogte boven den waren horizon of uit M, op dat zelfde oogenblik waargenomen, zoude gelijk zijn aan den hoek SMC; door de evenwijdigheid der vlakken of lijnen BC en DS is $\angle$ SMC $=$ $\angle$ ASM, hetgeen ook juist in deze de grootte is van de hoogte boven den waren horizon. De $\angle$ ASM noemt men het *verschilzigt* of de *parallaxis*, en omdat het hemelligchaam in den horizon wordt gesteld, *horizontaal verschilzigt.* Voor S is het verschilzigt de $\angle$ ASM en voor het hemelligchaam in S″ $=$ $\angle$ AS″M; de $\angle$ ASM $=$ $\angle$ AS″M $+$ $\angle$SMS″ (§ 53) en derhalve is de $\angle$ AS″M kleiner dan de $\angle$ ASM. Naarmate een hemelligchaam zich dus van de aarde verwijdert, verkleint ook het verschilzigt van dat hemelligchaam. De maan, het digtst bij de aarde zijnde, heeft derhalve van alle hemelligchamen het grootste verschilzigt; de afstand der zon is grooter, en dus ook haar verschilzigt of $\angle$ ASM kleiner dan dat der maan; voor de vaste sterren is de afstand zoo groot, dat bij deze het verschilzigt te klein wordt, om in eenige aanmerking te komen. Bevindt zich het hemelligchaam tot in S′ boven den horizon gerezen, zoo is het verschilzigt tusschen de hoogten uit A en uit M gelijk $\angle$ AS′E, want men heeft:

$$\angle S'MC = \angle S'ES \ (\S\ 52)$$
$$\angle S'ES = \angle S'AE + \angle AS'E \ (\S\ 53)$$
$$\overline{\angle S'MC = \angle S'AE + \angle AS'E.}$$

Is het hemelligchaam in S, zoo heet de $\angle$ ASM, zoo als gezegd is, *horizontaal verschilzigt*, is vervolgens dat hemelligchaam tot S′ boven den horizon gerezen, zoo noemt men de $\angle$AS′M *verschilzigt in hoogte.*

Uit het aangevoerde blijkt, dat de $\angle$S′AE of de hoogte boven den schijnbaren horizon vermeerderd moet worden met den $\angle$ AS′M, om den $\angle$ S′MC of hoogte boven den waren horizon te erlangen, waaruit dus volgt: *dat het verschilzigt in hoogte steeds bijgeteld moet worden bij de schijnbare hoogte.*

De $\angle$ AS′E, het verschilzigt in hoogte, wordt gemakkelijk gevonden, als men de $\angle$ ASM en de hoogte van het hemelligchaam kent.

In de driehoeken AMS en AMS′ heeft men:

$$\mathrm{AM} : \mathrm{MS} = \textit{sin.} \angle \mathrm{ASM} : \textit{rad.}$$

$$\mathrm{AM} : \mathrm{MS'} = \textit{sin.} \angle \mathrm{AS'M} : \textit{sin.}\, \mathrm{MAS'}.$$

Als men nu in aanmerking neemt, dat MS′ = MS, *sin.* $\angle$ MAS′ = *cos.* $\angle$ S′AS of *cos. hoogte* is, en verder, dat de hoeken ASM en AS′M het horizontaal verschilzigt en het verschilzigt in hoogte voorstellen en beide steeds klein zijn, zoodat men voor de verhouding van de sinussen dier hoeken, die der hoeken zelve kan nemen, zoo heeft men:

$$\textit{sin.} \angle \mathrm{ASM} : \textit{rad.} = \textit{sin.} \angle \mathrm{AS'M} : \textit{sin.} \angle \mathrm{MAS'}, \text{ of}$$

$$\textit{horiz. verschilz.} : \textit{rad.} = \textit{verschilz. in hoogte} : \textit{cos. hoogte},$$

$$\text{d. i. } \textit{verschilz. in hoogte} = \textit{horiz. verschilz.} \times \textit{cos. hoogte}.$$

Het is duidelijk, dat de $\angle$ AS′M kleiner wordt, naarmate het hemelligchaam S boven den horizon rijst; zoodra S in het toppunt komt, vallen de lijnen MS′ en AS in AT te zamen, en verdwijnt dus aldaar de $\angle$ AS′M. Het verschilzigt voor een hemelligchaam is dus het grootst in den horizon en wordt bij het toenemen der hoogte het verschilzigt in hoogte kleiner en is voor 90° hoogte nul.

De $\angle$ ASM wordt voor de maan en vier planeten in den *Almanak* opgegeven, en die voor de zon in Taf. XXI naast 0° hoogte gevonden. Het verschilzigt der maan wordt in den *Almanak* opgegeven voor de grootste halve middellijn AM der aarde, en dus voor die van den equator of nul breedte; het heet daarom *Equatoriaal horizontaal verschilzigt;* door Taf. XXIII wordt dit verschilzigt tot elke breedte herleid. Het verschilzigt in hoogte wordt voor de zon in Taf. XXI, voor de maan, verminderd met de refractie, in Tafel XXV en voor de planeten in Tafel LIII gevonden.

§ 235. *Halve middellijnen der hemelligchamen.* Bij het waarnemen van de zon of maan neemt men steeds den rand waar, en herleidt men die waarneming tot het middelpunt door het bijvoegen of aftrekken van den gezigtshoek, waaronder wij de halve middellijn van het hemelligchaam van de aarde zien. Stel I het middelpunt der zon of maan en in A een' waarnemer, dan ziet hij de grootte van de halve middellijn onder den $\angle$ GAI, dien men den gezigtshoek noemt, waaronder het hemelligchaam op den afstand van IA gezien wordt. Het valt gemakkelijk te bevatten, dat de halve middellijn even als het verschilzigt verkleint, en dus de gezigtshoek voor een' waarnemer kleiner wordt, naarmate, dat het hemelligchaam zich van de aarde verwijdert. Uit het toe- of afnemen van de halve middellijn of het horizontaal

verschilzigt van eenig hemelligchaam kan men dus afleiden, of dat hemelligchaam de aarde nadert of zich daarvan verwijdert.

De Almanak doet ons de halve middellijn, als uit het middelpunt der aarde gezien, kennen, en geeft derhalve den hoek GMI (§ 218). Naar gelang een hemelligchaam, voor een' zich in A bevindenden waarnemer rijst, wordt de afstand kleiner, en hij ziet dus het hemelligchaam onder een' grooteren hoek; de vermeerdering, die men voor die rijzing van de maan boven den horizon moet toepassen, is opgegeven in Tafel XXII. Bij de zon is die vermeerdering voor de hoogte te gering, om bij hare waarnemingen in aanmerking genomen te worden. — Ook de straalbuiging heeft eenigen invloed op de grootte van de halve middellijn der zon of maan; waarvan de verklaring en waarde door ons bij en in Taf. XXIV is opgegeven.

Het is nu overigens gemakkelijk te bevatten, *dat men den gezigtshoek, onder welken men de halve middellijn ziet, moet bijtellen als men de onderrands hoogte heeft waargenomen, en aftrekken als de bovenrands hoogte genomen is.* Stel, er is waargenomen de onderrands hoogte $\angle$GAD, zoo moet de halve middellijn of $\angle$ GAI bijgeteld worden, om de middelpunts hoogte $\angle$IAD te verkrijgen. Veronderstellen wij, dat men de onderrands hoogte $\angle$GAD tot ware onderrands hoogte $\angle$ GMB had herleid, zoo zoude men door de ware halve middellijn of $\angle$ GMI bij de hoogte te tellen, de ware hoogte of $\angle$IMB verkrijgen.

Ofschoon men in den Almanak ook eene opgave vindt van de grootte der halve middellijnen van de planeten *Venus*, *Mars*, *Jupiter* en *Saturnus*, zoo zijn deze echter over het algemeen voor waarnemingen op zee, bij het mindere vermogen der verrekijkers, die men aldaar gebruikt, te klein, om deswege onder de waarneming eenige juiste bepaling te maken van den rand, dien men waarneemt, en bepaalt men zich dus bij deze veelal zoo na mogelijk bij het midden van de planeet. Zie overigens, zoo wel over de halve middellijnen als over het verschilzigt der hemelligchamen, *de Verklaring van den Almanak*, N°. XI en XII, bl. 69 en 75.

§ 236. Om dan nu de geschotene hoogte van eenig hemelligchaam tot de middelpunts ware hoogte te herleiden, neemt men het volgende in acht:

1°. Voor de maan en de planeten bepaalt men vooraf het overeenstemmend oogenblik te *Greenwich;* voor dit oogenblik op *Greenwich*, berekent men de halve middellijn der maan, en herleidt die tot eene schijnbare halve middellijn, en even zoo berekent men voor dat oogenblik het horizontaal verschilzigt, als ook het verschilzigt in hoogte. Bij de zon kan de halve middellijn op het gezigt uit den *Almanak* genomen worden, bij de vaste sterren komt geene halve middellijn in aanmerking.

2°. Op de geschotene hoogte wordt eerst de index-correctie van het instrument toegepast, d. i. die correctie, zoo die plaats vindt, wordt eerst bijgeteld of afgetrokken, naardat zij optellend of aftrekkend is, en vervolgens wordt de kimduiking uit Taf. XVII afgetrokken. Bij eene dubbele hoogte, of hoogte door eenen artificielen horizon, wordt de index-correctie bijgeteld of afgetrokken, en dan de helft der hoogte genomen, en na toepassing dezer vereffeningen verkrijgt men in beide gevallen de schijnbare rands hoogte van het hemelligchaam, die door bijtelling of aftrekking der halve middellijn, naardat men de onder- of bovenrands hoogte heeft waargenomen, tot schijnbare middelpunts hoogte gebragt wordt. Bij de hoogte van eene ster vervalt de halve middellijn, en krijgt men dus de schijnbare hoogte onmiddellijk na de toepassing van de index-correctie en de kimduiking.

3°. Voor de schijnbare middelpunts hoogte wordt de straalbuiging uit Tafel XX, en het verschilzigt in hoogte genomen, en, na aftrekking van de eerste en bijtelling der laatste, verkrijgt men de ware middelpunts hoogte van het hemelligchaam.

Zie verder de verklaring van de genoemde Tafels in de *Verzameling van Tafelen*, alsmede de regels aldaar bepaaldelijk opgegeven voor de *verbetering der hoogte van de zon, de maan, de planeten en de vaste sterren;* als ook de *Verklaring van den Almanak ten dienste der zeelieden*, waar men dezen regel meer bepaaldelijk zal ontwikkeld vinden.

§ 237. Wij zullen het hier aangevoerde besluiten, met de mededeeling van de volgende voorbeelden tot oefening.

1° *Voorb.* Den 13^{n} November 1846, is de zons onderrands hoogte 18° 12′ 10″; het oog, of de groote spiegel van den sextant, was 4,2 el boven het oppervlak des waters verheven, het instrument had eene index-correctie van + 2′ 10″, de barometer wees 763 strepen en de thermometer 68° naar FAHRENHEIT; *vrage* de ☉^{s} schijnbare en ware middelpunts hoogten? *Antw.* De schijnbare middelpunts hoogte is 18° 26′ 51″,2 en de ware middelpunts hoogte is 18° 24′ 12″,0.

Oplossing: ☉^{s} Onderrands geschotene hoogte = 18° 12′ 10″
index-correctie + 2. 10
kimduiking, Tafel XVII, — 3. 38
☉^{s} ½ middell., den 13^{n} = 16′ 11″,6 min 2″,4 voor verb.
uit Tafel XXIV, en dus de schijnbare ½ middellijn . . + 16. 9″,2
☉^{s} schijnbare middelpunts hoogte = 18° 26′ 51″,2
straalb. voor 18° 26′,8 = 2′ 52″,8
barometer, Tafel LI, = + 0 ,7
thermometer, » LII, = — 6 ,2
ware straalbuiging = — 2′ 47″,3
parallaxis, Tafel XXI, = + 8 ,1
refractie min parallaxis = 2′ 39″,2 . . . . — 2. 39″,2
dus ☉^{s} ware middelpunts hoogte = 18° 24′ 12″,0.

1° *Aanmerking.* De halve middellijn is, in dit *voorb.*, naar den *Almanak* opgegeven; in de meeste gevallen kan men haar onmiddellijk uit Tafel XIX nemen; de straalbuiging kan ook, des verkiezende, door Tafel XX A verbeterd worden. Bij eene sters hoogte vervallen de termen halve middellijn en verschilzigt.

2° *Voorb.* Den 18^{n} December 1846, is op 54° N. breedte en 4° lengte oost, te 10^{u} 16^{m} 's avonds, de ☾^{s} onderrands hoogte 24° 10′; het oog

is 5 el, de barometer 769 strepen, de thermometer 5° der centiverd. en de index-correctie — 1′ 10″; *vrage* de schijnbare en ware middelpunts hoogten van de maan? *Antw.* De schijnbare hoogte is 24° 21′ 2″,6 en de ware 25° 12′ 30″,0.

Opgaven uit den *Almanak* voor 1846.
Den 18^{n} te 0^{u} ☾^{s} ½ middellijn = 16′ 2″ en horiz. verschilzigt = 58′ 50″
verand. in 12^{u} = + 4 » » » = + 16.

Den 18^{n} te . . . . 10^{u} 16^{m} namidd.
lengte-tijd, oost, ... 0. 16
het overeenstemmend oogenblik is den 18^{n} te . . 10^{u} 0^{m}.

☾^{s} Onderrands geschotene hoogte . . . . . . = 24° 10′ 0″
index-correctie . . . . = — 1′ 10″
kimduiking uit Tafel XVII . . . = — 3. 57 ,8
— 5′ 7″,8 . . — 5. 7″,8
☾^{s} schijnbare onderrands hoogte . . . . . . = 24° 4′ 52″,2
den 18^{n}, te 0^{u}, ☾^{s} ½ middellijn . . = 16′ 2″
verand. in 12^{u} = + 4″; dus in 10^{u} . = + 3 ,3
vermeerder. voor de hoogte, Tafel XXII, = + 6 ,7
verkorting voor de ½ middell. » XXIV, = — 1 ,6
dus ☾^{s} schijnbare halve middellijn . = 16′ 10″,4 = 16. 10 ,4
☾^{s} schijnbare middelpunts hoogte . . . . . . = 24° 21′ 2″,6
den 18^{n}, te 0^{u}, ☾^{s} horiz. verschilzigt = 58′ 50″
verand. in 12^{u} = + 16″; dus in 10^{u} = + 13 ,3
vermind. voor de breedte, Taf. XXIII = — 7 ,5
58′ 55″,8 zijnde
het horizontaal verschilzigt voor de plaats der waarneming; voor het verschilzigt in hoogte heeft men:
log. cos. 24° 21′ = 9,9595393
log. 58′,9 (= 58′ 55″,8) = 1,7701153
1,7296546 log.
van 53′,66, het verschilz. in hoogte = 53′ 39″,6
door Taf. XX heeft men voor refractie
voor 24° 21′ . . . . . 2′ 8″,1
» barometer, Tafel LI, + 1 ,6
» thermometer » LII, + 2 ,5
dus de ware refractie . = 2′ 12″,2 2. 12 ,2
dus het *verschilz. in hoogte min straalb.* = 51′ 27″,4 . . . . . 51. 27 ,4
derhalve de ware middelpunts hoogte der maan . = 25° 12′ 30″,0.

II° *Aanmerking.* Maakt men van Tafel XXV gebruik, zoo wordt de vereffening: *het verschilzigt in hoogte min de refractie*, na eene kleine invoeging voor de evenredige deelen, gemakkelijk bepaald, bijv.:

Tafel XXV geeft voor voornoemd *voorb.*

voor 24° 20′ hoogte en 58′ verschilz.	=	50′ 43″,0
» . . . . nog 0′,9 »	=+	48 ,6
» nog 1′ »	=—	0 ,3
» barometer.	=—	1 ,6
» thermometer	=—	2 ,5

dus *het verschilz. in hoogte min de straalbuiging* = 51′ 27″,2; dat slechts 0″,2 met de hier voren meer uitvoerige bewerking verschilt. In de *Verzameling* wordt opgemerkt, en aldaar door een *voorbeeld* aangetoond, dat men de ware hoogte, ook zonder het berekenen der schijnbare middelpunts hoogte kan vinden. Te dien einde past men op de geschotene hoogte der zon of maan, de index-correctie en kimduiking toe; dit geeft dan de schijnbare onderrands hoogte, vervolgens bepaalt men voor die hoogte de vereffening: *verschilzigt in hoogte min de straalbuiging*, uit Tafel XXV, welke vereffening men vervolgens bijtelt, en hierop de ware halve middellijn van het hemelligchaam toegepast, zoo verkrijgt men de ware middelpunts hoogte van het hemelligchaam.

3° *Voorb.* Voor eene sters geschotene hoogte is gevonden 31° 12′ 4″, het oog des waarnemers was 3,8 el boven het water verheven; men vraagt de schijnbare en de ware hoogte van de ster te vinden? *Antw.* De schijnbare hoogte is 31° 8′ 37″ en de ware hoogte 31° 7′ 1″.

4° *Voorb.* Eene geschotene sters hoogte is 30° 2′ 0″, het oog is 2,7 el verheven; op het oogenblik van het meten der hoogte wees de barometer 759 millimeters en de thermometer + 26° (der honderddeelige schaal); *vrage* als voren? *Antw.* De schijnbare hoogte is 29° 59′ 5″ en de ware hoogte 29° 57′ 30″.

5° *Voorb.* De sters geschotene hoogte is 41° 2′ 0″, het oog 4,5 el, de barometer 750 strepen, de thermometer + 23°; *vrage* als boven? *Antw.* De schijnbare hoogte is 40° 58′ 14″ en de ware hoogte 40° 57′ 11″.

6° *Voorb.* Den 6ⁿ Februarij van eenig jaar is de onderrands hoogte van de planeet *Mars* 53° 14′; het oog is 5,2 el, de index-correctie van het instrument was + 2′ 10″; *vrage* de schijnbare en ware middelpunts hoogten? *Antw.* De schijnbare middelpunts hoogte is 53° 12′ 14″ en de ware hoogte 53° 11′ 38″.

Opgaven uit den *Almanak* voor *Mars.*

Den 5ⁿ Febr. horiz. parall. = 12″,7 en ½ middell. = 6″,6
» 10 » » » = 12 ,7 » » = 6 ,6.

7° *Voorb.* Den 3ⁿ April van eenig jaar is de bovenrands hoogte van de planeet *Jupiter* 59° 40′, het oog 6,4 el, de index correctie + 2′,2, de barometer 779 strepen en de thermometer + 28° (centi verdeeling); *vrage* als voren? *Antw.* De schijnbare middelpunts hoogte is 59° 37′ 22″ en de ware hoogte 59° 36′ 50″.

Opgaven uit den *Almanak.*

Den 1ⁿ April horiz. parall. = 1″,8 en ½ middell. = 20″,7
» 6 » » » = 1 ,8 » » = 20 ,4.

8° *Voorb.* Den 13ⁿ Mei heeft men: $\odot^s$ = 9° 4′, het oog 4,2 el; *vrage* als voren? *Antw.* Met in achtneming van Tafel XXIV heeft men voor de gevraagde hoogten 9° 16′ 3″ en 9° 10′ 28″.

9° *Voorb.* Den 6ⁿ Januarij van eenig jaar wordt, het oog 5 ellen boven het water verheven zijnde, gevonden voor gemiddelde $\odot^s$ = 20° 3′ 0″; de barometer was 781 strepen en de thermometer + 64° (FAHRENHEIT); *vrage* als boven? *Antw.* De schijnbare middelpunts hoogte is, met in achtneming van Tafel XXIV, 20° 15′ 17″ en de ware middelpunts hoogte 20° 12′ 49″.

10° *Voorb.* Den 13ⁿ Junij vindt men: $\odot^s$ = 43° 5′, het oog is 29 R. voeten, de barometer wijst 755 millim. en de thermometer + 25° (centi verd.); *vrage* als voren? *Antw.* De schijnb. en ware hoogten zijn 43° 15′ 25″ en 43° 14′ 33″.

11° *Voorb.* Men heeft de volgende waarneming; *vrage* als boven? Den 19ⁿ Dec. $\odot^s$ = 11° 20′, het oog 4,2 el, Bar. 788ˢ en Therm. + 30° C. V. *Antw.* Men vindt 11° 32′ 33″ en 11° 28′ 13″.

12° *Voorb.* Men heeft de navolgende waarneming, *vrage* als boven? Den 24ⁿ Dec. van eenig jaar, het oog 4,2 el hoog, op 30° 2′ N. br., 13° 2′ W. L., te 10ᵘ 14ᵐ N. M., ☾ = 23° 14′ 10″, Bar. 781ˢ, Therm. + 20° C. V. *Antw.* De schijnb. en ware hoogten zijn: 23° 26′ 14″ en 24° 16′ 53″.

Opgaven uit den *Almanak.*

Den 24ⁿ Dec. te 0ᵘ ☾ˢ ½ middell. = 15′ 44″,9 en horiz. parall. = 57′ 47″,3
verandering in 12ᵘ van » = — 7 ,9 » » » = — 8 ,8.

13° *Voorb.* Men heeft de volgende waarneming. Den 30ⁿ Dec. van eenig jaar, op 30° 12′ N. br., 11° 4′ O. L., te 11ᵘ 58ᵐ 's avonds, het oog 4,2 el hoog, ☾ˢ = 20° 11′ 50″, Barom. = 777ˢᵗʳ, Therm. 27° C.V., index-correctie — 1′ 30″; *vrage* de ☾ˢ schijnbare en ware middelpunts hoogten? *Antw.* De hoogten zijn: 19° 51′ 56″ en 20° 40′ 8″.

Opgaven uit den *Almanak.*

Den 30ⁿ Dec. te 0ᵘ ☾ˢ ½ middell. = 14′ 44″,3 en horiz. parall. = 54′ 5″,2
verandering in 12ᵘ van » = — 1 ,1 » » » = — 4 ,2.

14° *Voorb.* Van de navolgende waarneming vraagt men de middelpunts schijnbare en ware hoogten? Den 30ⁿ Dec., op 53° 2′ N. br., 24° 4′ O. L., te 9ᵘ 59ᵐ 's avonds, ☾ˢ dubbele H. = 41° 3′, Barom. 767ˢ, Thermom. = — 16°, index-correctie = — 2′. *Antw.* De gevraagde hoogten zijn 20° 15′ 44″ en 21° 3′ 24″. — De opgaven uit den *Almanak*, van het *voorb.* n°. 13, kunnen ook hier dienen.

§ 238. Heeft men de ware hoogte van eenig hemelligchaam berekend, en moet men die tot de schijnbare hoogte herleiden, zoo heeft men het omgekeerde der voorgaande vraag, en de straalbuiging en het verschilzigt in hoogte, worden alsdan omgekeerd op de ware hoogte toegepast; d. i., de eerste wordt bijgeteld en de tweede afgetrokken. De tafels voor genoemde vereffeningen zijn echter voor de schijnbare hoogten ingerigt; deze moeten dus eerst ten naastenbij bepaald worden; voor die hoogten de voornoemde vereffeningen berekend en vervolgens op de ware hoogten toegepast, verkrijgt men alsdan de gevraagde schijnbare hoogten. De toepassing dezer berekening wordt, zoo als nader zal blijken, gevonden bij de berekening der lengte zonder gemetene hoogten.

1e *Voorb.* Den 22n Februarij 1851, is op 40° 31′ Z. br. en naar gissing op 176° 30′ W. lengte te 6u 48m 's morg. aan boord, volgens onmiddellijke berekening gevonden voor ☾s ware middelpunts hoogte 62° 7′ 59″,3. *Vrage* de schijnbare middelpunts hoogte?

Aanteekening uit den *Almanak* voor 1851.

Den 22n Febr., te 0u, ☾s ½ middellijn	15′ 29″	en horiz. equat. parall. 56′ 50″,
verand. in 12u	— 7	— 25.

Tijd aan boord, den 21n Februarij		18u 48m 0s
lengte-tijd, west, ...		11. 46. 0
tijd op *Greenwich*, ...		6u 34m 0s,
		of 6u,57 na den 22n Februarij.

☾s Gegevene ware middelpunts hoogte is		62° 7′ 59″,3
☾s ½ middellijn te 0u . . .	15′ 29″,0	
verand. in 6u,57 = . . .	— 3 ,8	
☾s ware ½ middellijn, . . .	15′ 25″,2	15′ 25″,2
☾s ware hoogte, ...		61° 52′ 34″,1.

☾s Horiz. equat. parr., te 0u, =	56′ 50″,	
verand. in 6u,57	— 13 ,7	
verbet. Tafel XXIII . . .	— 4 ,6	
☾s horiz. verschilzigt . . .	56′ 31″,7	
verschilz. min straalb., voor de gev. hoogte, uit Taf. XXV,		— 26. 8
☾s benaderde schijnbare hoogte		61° 26′ 26″,1.

Verschilz. min straalbuig., voor deze hoogte, uit Taf. XXV,		— 26′ 30″,1
☾s ware onderrands hoogte		61° 52. 34 ,1
☾s schijnbare onderrands hoogte		61° 26′ 4″,0,
☾s ware ½ middellijn . . .	15′ 25″,2	
verbet., Tafel XXII . . .	+ 13 ,5	
☾s schijnbare ½ middellijn .	15′ 38″,7	+ 15. 38 ,7
☾s schijnbare middelpunts hoogte		61° 41′ 42″,7.

2e *Voorb.* De ware hoogte der ster *Altair* is door berekening bevonden 40° 3′ 20″; *vrage* de schijnbare hoogte? *Antw.* 40° 4′ 29″.

3e *Voorb.* Op gelijke wijze is gevonden de ware hoogte der zon den 1n April, 35° 18′ 13″; *vrage* als boven? *Antw.* 35° 19′ 29″.

4e *Voorb.* De ware hoogte der planeet *Jupiter* was op zeker tijdstip, toen de horizontale parallaxis 2″ bedroeg, 43° 34′ 26″; *vrage* als boven? *Antw.* 43° 35′ 26″.

5e *Voorb.* Op zekeren tijd, toen de halve middellijn der maan 14′ 50″ en het horiz. verschilzigt 54′ 17″, voor tijd en lengte verbeterd, bedroeg, was de ware middelpunts hoogte van dit hemelligchaam 26° 39′ 42″, *vrage* de schijnbare middelpunts hoogte? *Antw.* 25° 52′ 52″.

VIJFDE BOEK.

OVER HET VINDEN DER BREEDTE OP ZEE.

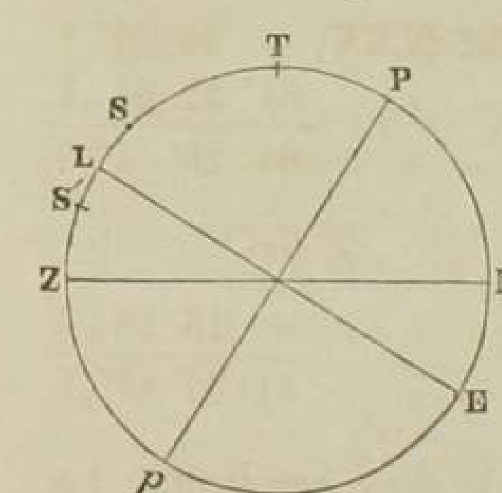
EERSTE AFDEELING.

Het vinden der breedte door eene meridiaans hoogte.

§ 239. De aardrijkskundige breedte (§ 116) van eene plaats kan, op onderscheidene wijzen, door waarnemingen der hemelligchamen gevonden worden. De voor den zeeman meest belangrijke methoden zijn: 1°. door meridiaans hoogte der hemelligchamen, 2°. door eene zons hoogte zeer nabij den meridiaan, 3°. door eene hoogte en den juisten tijd bij die hoogte, 4°. door hoogten buiten den meridiaan, en eindelijk 5°. door eene hoogte van de poolster.

1°. *De breedte door eene onmiddellijk genomene meridiaans hoogte.*

§ 240. De breedte te vinden door meridiaans hoogten, kan verdeeld worden in hoogten, genomen, als het ligchaam zich in den boven of in den beneden meridiaan bevindt, of door eene vereeniging van beide, d. i. door eene boven en beneden meridiaans hoogte van hetzelfde hemelligchaam.



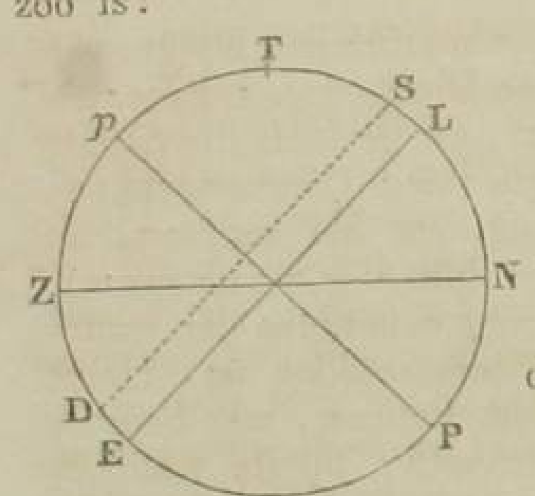
§ 241. Laat ZTNZ den meridiaan en ZN den waren horizon van eenen waarnemer voorstellen, wiens toppunt zich bij de waarneming in T bevindt; de hoogte van eenig hemelligchaam kan boven het zuider of boven het noorder deel van den horizon, d. i. tusschen T en Z of T en N zijn waargenomen. Verder is LE de linie, en S of S′, bijv., de plaats, waar zich het hemelligchaam bevond, toen het in den meridiaan werd waargenomen. Bevindt zich het hemelligchaam, tijdens het waarnemen der hoogte, in S, zoo is, bij noorder declinatie, de linie LE aan de zuidzijde, en omgekeerd bij zuider declin., het hemelligchaam in S′ zijnde, is de linie LE aan de noordzijde, en men heeft dan in het algemeen: het hemelligchaam kan boven den zuider of boven den noorder horizon of juist in het toppunt worden waargenomen, en ten andere, de declinatie kan noordelijk, zuidelijk of ook nul zijn.

Stel, het hemelligchaam is in het zuiden waargenomen, de ware hoogte SZ = 40°, en de N. declinatie = 10°, zoo plaatst men S 40° hoog, of men neemt den boog SZ = 40°, en telt van de zon of S 10° naar de zuidzijde, stelt aldaar het punt L, en de declinatie is dan = LS = 10° N., door het punt L en het midden van den horizon ZN, of het middelpunt der aarde, trekt men de linie LE, en, regthoekig door het midden, de lijn P*p*. — Bij zuider declinatie zoude men, daar de plaats van het hemelligchaam door de ware hoogte bekend is, de linie of L benoorden het in S' gestelde hemelligchaam moeten stellen.

In § 121 is reeds opgemerkt, *dat de breedte steeds gelijk is aan den afstand van het toppunt tot den equator*, en dus is de breedte van den waarnemer gelijk aan den boog TL. Om dan nu steeds voor deze waarnemingen eene figuur te teekenen, plaatst men het hemelligchaam in S, en wel boven den zuider of boven den noorder horizon, naardat de hoogte in het Z°. of N°. is waargenomen, en L zoo ver van S, als de declinatie groot is, bij noorder declinatie aan de zuidzijde van S en bij zuider declinatie aan de noordzijde van S; door het punt L en het midden der figuur wordt eene lijn LE getrokken, en regthoekig op deze in het midden van haar wordt de lijn P*p* gesteld, die de as der polen P en *p* voorstelt. Valt nu de pool boven den noorder horizon, zoo heeft men noorder breedte, en boven den zuider horizon, zuider breedte. De vraag in deze is dus: welke breedte heeft men, en ten andere, hoe groot is deze? Op het eerste verkrijgen wij het antwoord, door op te merken, of de pool boven den noorder of zuider horizon valt, en ten andere wordt de grootte der breedte aangeduid door den boog TL, die door de bekendheid der bogen SZ of SN, SL en TZ of TN gemakkelijk gevonden wordt. In het boven aangevoerde stelden wij de hoogte SZ = 40° en SL = 10° N., en dit geeft:

TZ = 90° 0′
SZ = 40. 0 = de hoogte van het hemelligchaam in het zuiden
dus TS = 50° 0′ = de afstand van het toppunt tot het hemelligchaam
LS = 10. 0 = de N. declinatie
en dus TL = 60° 0′, of de noorder breedte is 60° 0′.

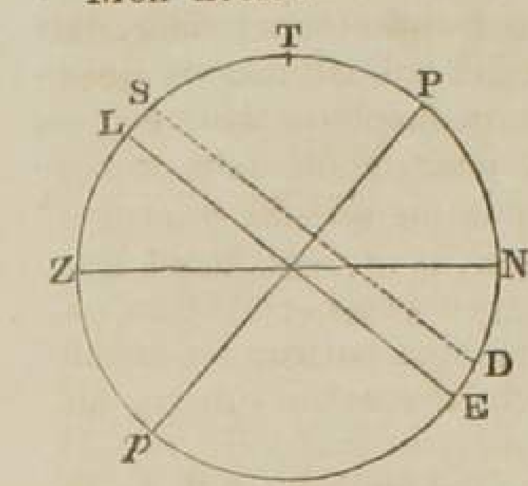
Stel in deze en de volgende twee figuren de aanduiding der letters als boven, en neem aan, dat het hemelligchaam voor hare meridiaans ware hoogte heeft 44° boven den N. horizon met 12° zuider declinatie, zoo is:



TN = 90° 0′
SN = 44 0 = de hoogte v. h. hemell. in 't N.
TS = 46° 0′ = de afstand van het toppunt
SL = 12. 0 = de Z. declinatie
dus TL = 58° 0′ = de zuider breedte.

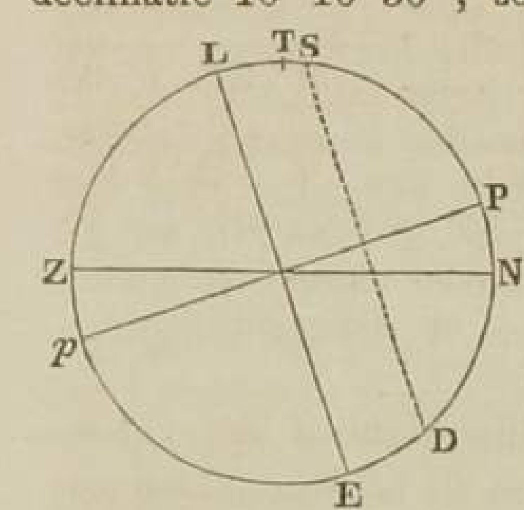
Eenig hemelligchaam wordt waargenomen boven den Z^r. horizon, en men verkrijgt voor ware hoogte 32° 10′ 20″; op dat oogenblik vindt men door den *Almanak* als N. declinatie 9° 10′ 13″; *vrage* de breedte? *Antw.* De bekomene N. breedte is 66° 59′ 53″.

Men heeft:



TZ = 90° 0′ 0″
SZ = 32. 10. 20
TS = 57° 49′ 40″
LS = 9. 10. 13
dus TL = 66° 59′ 53″ = de N. breedte.

Laat de hoogte van een hemelligchaam boven den noorder horizon zijn waargenomen, en stel de ware hoogte 82° 10′ en de noorder declinatie 10° 10′ 30″; zoo heeft men:



TN = 90° 0′ 0″
SN = 82. 10. 0
TS = 7° 50′ 0″
SL = 10. 10. 30
en dus LT = 2° 20′ 30″ = de N. breedte.

§ 242. Op deze wijze kan men verschillende figuren ontwerpen, waarin de zon, de maan of welk hemelligchaam ook, want het aangevoerde geldt op gelijke wijze voor alle hemelligchamen, in den meridiaan zijn waargenomen, en waardoor men dan met de declinatie de breedte kan berekenen. Men vraagt alsnu de figuren voor de onderscheidene gevallen, die daaromtrent kunnen plaats hebben?

§ 243. Om nu de breedte te vinden door eene meridiaans hoogte van de zon, maan, ster of planeet, neemt men eene hoogte van het hemelligchaam, als het zich in den meridiaan bevindt, en herleidt die hoogte tot de ware middelpunts hoogte; door deze hoogte van 90° af te trekken, krijgt men den afstand van het hemelligchaam tot het toppunt, en vervolgens met hulp der declinatie, op het oogenblik der waarneming, de breedte. Er valt hierbij op te merken, dat het oogenblik der waarneming voor de zon de *ware* en niet *de middelbare middag is.* Heeft men een' tijdmeter, die den *Greenwichs tijd* doet kennen, zoo bepaalt men het overeenstemmend oogenblik van *Greenwich*, bij de waarneming, gemakkelijk door dit tijdwerktuig; bij gemis of het niet waarnemen van den tijdmeter, bij de meridiaans hoogte, moet de overeenstemmende middelbare tijd op *Greenwich*, door den tijd van den waren middag, door de toepassing van den lengte-tijd en de tijdvereffening gezocht, en voor dien tijd de declinatie, op de gewone wijze, door den *Almanak* berekend worden.

1° *Voorb.* Den 21ⁿ September 1846 werd, op 60° 4′ lengte oost, voor zons onderrands hoogte in het noorden, of op het oogenblik, dat zij zich in den meridiaan bevond, gevonden 56° 26′ 10″; er is geene waarneming van barometer of thermometer gedaan en het oog is 8 el boven het water verheven; men *vraagt* naar de breedte van de plaats dezer waarneming? *Antw.* De Z. breedte is 32° 34′ 4″,9.

Opgaven uit den *Almanak*, voor den 20^n September 1846, te 0^u, middelbaren tijd.

Tijdvereffening; *aftrekkend van den waren tijd*,	6^m 32^s,50,
verandering in 1^u	— 0 ,871.
$\odot^s$ Noordelijke declinatie	1° 8′ 44″,
verandering in 1^u	— 58 ,4.
Den 21^n $\odot^s$ ½ middellijn	15. 57 ,7.

$\odot^s$ Geschotene onderrands hoogte		56° 26′ 10″
» ½ middellijn . . . . + 15′ 57″,7	+	10. 56 ,9
kimduiking voor 8 ellen uit Taf. XVII — 5. 0 ,8		
$\odot^s$ schijnbare middelpunts hoogte		56° 37′ 6″,9
voor 56° 37′ hoogte: straalb. Taf. XX — 0′ 38″,4	—	0. 33 ,6
verschilz. » XXI + 4 ,8		
$\odot^s$ ware middelpunts hoogte		56° 36′ 33″,3
		90. 0. 0
» afstand van het toppunt		33° 23′ 26″,7

Den 21^n te .	0^u 0^m 0^s zonne- of ware tijd,
tijdvereffening	6. 32
den 20^n te .	23^u 53^m 28^s
lengte-tijd . .	4. 0. 16 oost
den 20^n te .	19^u 53^m 12^s; over-

eenkomende met den 20^n te 19^u,9 te *Greenwich*.

Den 20^n $\odot^s$ declinatie te 0^u	= 1° 8′ 44″	
verand. in 1^u = 58″,4; dus in 19^u,9 =	19. 22 ,2	
derhalve de $\odot^s$ declinatie	0° 49′ 21″,8 N. .	0. 49. 21 ,8
derhalve is de gevraagde breedte		32° 34′ 4″,9 Z.

Het zij verre, dat wij in gewone omstandigheden zouden willen aanraden, steeds met dien omslag te werken, als wij in het voorgaand voorbeeld hebben gedaan. Meestal zal men op het enkele gezigt den middelbaren tijd, als ook den overeenstemmenden tijd op *Greenwich*, kunnen bepalen, of ook eenvoudig de declinatie kunnen berekenen voor het oogenblik van den middelbaren middag, op de plaats der waarneming. Ook de toepassing van Tafel XVI der *Verzameling*, waardoor de ware hoogte der zon door eene korte berekening gevonden wordt, zal deze bewerking nog veel kunnen vereenvoudigen, en het vraagstuk, zoo als uit de volgende berekening nader zal blijken, bij eene genoegzame naauwkeurigheid aanmerkelijk bekorten.

$\odot^s$ Geschotene onderrands hoogte, als boven	56° 26′ 10″
de verbeter. uit Tafel XVI is 10′ 25″ / verbet. voor de $\odot^s$ ½ middell. — 2	10. 23
$\odot^s$ ware middelpunts hoogte	56° 36′ 33″
	90. 0. 0
» afstand van het toppunt	33° 23′ 27″
» declinatie voor het oogenblik . . , ...	0. 49. 22 N.
en dus de zuider breedte	32° 34′ 5″.

2° *Voorb.* Den 12ⁿ Aug. 1846, wordt op 165° 10′ O. L. het oog 6 el waargenomen $\odot^s$ onder. H. in het N. 16° 10′ 20″; de index-correctie is — 1′ 40″; de barometer wees aan 775,9ᵐᵐ en de thermometer 79° FAHRENHEIT; *vrage* de breedte? *Antw.* De Z. breedte is 58° 32′ 45″,2.

Opgaven uit den *Almanak* te 0^u middelb. tijd van 11 Augustus 1846.

Tijdvereffening; *bijtellend bij den waren tijd*,	4^m 58^s,81,
verandering in 1^u	— 0 ,400.
$\odot^s$ Noordelijke declinatie	15° 19′ 56″,
verandering in 1^u	— 44 ,7.
$\odot^s$ Halve middellijn	15. 48 ,6.

$\odot^s$ Onderrands geschotene hoogte		16° 10′ 20″
wijzer-vereffening of index-correctie . .	— 1′ 40″	
kimduiking voor 6 el	— 4. 20 ,5	
$\odot^s$ ½ middell. uit den *Almanak* 15′ 48″,6 / correctie uit Tafel XXIV . — 3 .	+ 15. 45 ,6	
	+ 9′ 45″,1 .	+ 9. 45 ,1
$\odot^s$ schijnbare middelpunts hoogte		16° 20′ 5″,1
straalbuiging voor 16° 20′,1; Taf. XX .	= 3′ 16″,6	
voor den barometer, Tafel LI, . . .	= + 4 ,2	
» » thermometer, » LII, . .	= — 12 ,0	
dus de ware straalbuiging	= — 3′ 8″,8	
verschilzigt uit Tafel XXI	= + 8 ,1	
dus refractie min verschilzigt in hoogte	= — 3′ 0″,7 . .	— 3. 0″,7
derhalve de $\odot^s$ middelpunts ware hoogte		= 16° 17′ 4″,4
		90. 0. 0
en $\odot^s$ afstand van het toppunt		= 73° 42′ 55″,6

Den 12^n te . . .	0^u 0^m 0^s zonnetijd
tijdvereffening .	+ 4. 59
	0^u 4^m 59^s middelb. tijd
lengte in tijd . .	11. 0. 40
	13^u 4^m 19^s overeenkomende

met den 11^n te 13^u,1.

$\odot^s$ Declinatie te 0^u	= 15° 19′ 56″	
verand. in 1^u = 44″,7 en in 13^u,1 .	= — 9. 45 ,6	
dus de $\odot^s$ N. declinatie	= 15° 10′ 10″,4 .	15. 10. 10 ,4
en derhalve de zuider breedte		= 58° 32′ 45″,2.

§ 244. Door eenvoudig de declinatie voor den middag uit Tafel LVII van den 8sten druk der *Verzameling van Tafelen* te nemen, en deze door Tafel LVII B en zoo noodig ook door Tafel LVII A te verbeteren, kunnen deze vraagstukken gemakkelijk voor gewone behoefte opgelost worden; de volgende voorbeelden dienen daaromtrent tot opheldering en oefening.

1^e *Voorb.* Den 20^n Augustus 1854 is de zons onderrands hoogte in het zuiden bij haren doorgang 41° 20'; het oog $18\frac{3}{4}$ R. voet boven water en de O. lengte 10°; *vrage* de breedte? *Antw.* De N. breedte is 61° 0' 28".

De $\odot^s$ onderrands geschotene hoogte	= 41° 20' 0"
Tafel XVI geeft als verbetering	= 10. 32
dus de $\odot^s$ ware middelpunts hoogte	= 41° 30' 32"
	90. 0. 0
de $\odot^s$ afstand van het toppunt	= 48° 29' 28"
Tafel LVII voor $\odot^s$ declin. 20 Aug. 1854 = 12° 30' N. » LVII B voor de lengte . . . . . = + 1	12. 31. 0
en derhalve de noorder breedte	= 61° 0' 28".

2^e *Voorb.* Den 13^n Januarij 1854, $\underline{\odot}^s$ geschotene hoogte in den meridiaan boven de zuiderkim 70° 2' 0", het oog 5 el boven het water, en de wester lengte 111°; *vrage* de breedte? *Antw.* De bekomene zuider breedte is 1° 40' 1".

De $\odot^s$ onderrands geschotene hoogte	= 70° 2' 0"
Tafel XVI	= 12. 1
$\odot^s$ ware hoogte	= 70° 14' 1"
de $\odot^s$ afstand van het toppunt	= 19° 45' 59"
declinatie den 13^n Januarij = 21° 29' Z. verbetering voor de lengte = — 3	= 21. 26. 0
derhalve de zuider breedte	= 1° 40' 1".

3^e *Voorb.* Den 23^n Januarij 1868, is de $\odot^s$ onderrands hoogte in het zuiden 71° 10', het oog 4,9 el boven het water verheven, heeft het instrument + 1' 2" index-correctie en is de lengte 119° west; *vrage* de breedte? *Antw.* De zuider breedte is 0° 52' 3".

De $\odot^s$ onderrands geschotene hoogte	= 71° 10' 0"
index-correctie	+ 1. 2
Tafel XVI geeft	+ 12. 1
$\odot^s$ ware hoogte	= 71° 23' 3"
de $\odot^s$ afstand van het toppunt	= 18° 36' 57"
$\odot^s$ declin. den 23^n Jan. 1856 = 19° 34' Z. verbetering voor 1868 . . . = — 1 » » de lengte . = — 4	= 19. 29. 0
en derhalve de zuider breedte	= 0° 52' 3".

4^e *Voorb.* Op den 18^n November 1854 is de zons onderrands hoogte in den meridiaan 26° 10' in het noorden, op 16° 21' ooster lengte en

het oog 7 el boven het water; *vrage* de breedte? *Antw.* De zuider breedte is 82° 53' 17".

5^e *Voorb.* Den 17^n Julij 1866 is de $\odot^s$ onderrands geschotene hoogte, op het oogenblik van haren doorgang door het noorden 32° 2', het oog 6,1 el en de lengte 128° oost; *vrage* de breedte? *Antw.* De bekomene zuider breedte is 35° 31'.

6^e *Voorb.* Den 13^n Maart 1870 is de zons onderrands geschotene hoogte in het noorden 29° 50', het oog 8 el en de wester lengte 131° 4'; *vrage* de breedte? *Antw.* De bekomene zuider breedte is 62° 45' 29".

7^e *Voorb.* Den 12^n Augustus 1870 is de zons onderrands hoogte in den meridiaan 64° 12' in het noorden, het oog 8 el en de ooster lengte gelijk 170°; *vrage* de breedte? *Antw.* Men is gekomen op 10° 29' 53" zuider breedte.

8^e *Voorb.* Den 13^n September 1862 is de meridiaans onderrands hoogte der zon in het zuiden 53° 12', de index-correctie is — 2' 50", het oog $7\frac{1}{2}$ el boven water en de lengte 161° 10' west; *vrage* de breedte? *Antw.* De bekomene noorder breedte is 40° 18' 58".

§ 245. De breedte te vinden door de hoogte van eene ster, planeet of eenig ander hemelligchaam, in den meridiaan waargenomen, geschiedt, zoo als bereids gezegd is, op gelijke wijze als voor de zon; de ware hoogte wordt van 90° afgetrokken en daardoor de afstand van het toppunt gevonden; vervolgens wordt de declinatie voor het oogenblik der waarneming berekend, en op den toppunts afstand toegepast, zoo krijgt men, zoo als vroeger is aangetoond, tot som of verschil de breedte.

1^e *Voorb.* Den 17^n October 1858 is, omstreeks 3^u 's nachts, de geschotene meridiaans hoogte van de ster Aldebaran, in het noorden 18° 20'; het oog is 6,2 el boven het water verheven, en heeft het instrument eene index-correctie van + 2' 5"; *vrage* de breedte? *Antw.* De zuider breedte is 55° 31' 44".

Opgaven uit den *Almanak* voor 1858.
Den 8^n October is de declinatie van Aldebaran 16° 13' 31" N. en
de verandering in 10^d is 0.

De ✱^{s} geschotene hoogte is		18° 20' 0"
index-vereffening	+ 2' 5"	— 2. 20
kimduiking, Tafel XVII	— 4. 24 ,8	
✱^{s} schijnbare hoogte		18° 17' 40"
de straalbuiging voor deze hoogte is		2. 55
derhalve is de sters ware hoogte		18° 14' 45"
		90. 0. 0
dus afstand van het toppunt gelijk aan		71° 45' 15"
Den 8^n, de declinatie der ster . . =	16° 13' 31" N.	
de verandering in nagenoeg 9 dagen =	0	
de declinatie van Aldebaran . . . =	16° 13' 31" . . .	16. 13. 31
geeft voor zuider breedte		55° 31' 44".

2^e *Voorb.* Den 3^n Maart van eenig jaar is, op 85° 20′ wester lengte, voor de meridiaans onderrands hoogte van de planeet Jupiter in het zuiden, gevonden 50° 10′; de waarnemer was 6,4 el boven het water verheven en de index-correctie van zijn werktuig — 1′ 41″; men vraagt de breedte? *Antw.* De N. breedte is 53° 10′ 30″.

Opgaven uit den *Almanak* voor de planeet Jupiter.

Den 3^n Maart	declinatie	13° 12′ 22″, N.	doorgang te		$3^u\ 38^m,6$,
» 4 »	»	13. 16. 6	»	»	3. 35 ,4.
» 1 »	Halve middellijn	0. 16,9	horiz. Parallaxis		1″,6,
» 6 »	» »	16 ,7	»	»	1 ,5.

Den 3^n valt de doorgang te *Greenwich* voor te	$3^u\ 38^m,6$
verand. in 24^u = — $3^m,2$ en in $5^u,7$ lengte-tijd	0 ,8
tijd van doorgang	$3^u\ 37^m,8$
lengte in tijd, west, ...	5. 41 ,3
tijd op *Greenwich*	$9^u\ 19^m,1$; nagenoeg

overeenstemmende met den 3^n te $9^u,3$.

♃^{s} Geschotene hoogte		50° 10′ 0″
index-vereffening	— 1′ 41″	
kimduiking voor 6,4 el, Tafel XVII .	— 4. 29 ,1	. . — 5. 53 ,3
½ middellijn van de planeet	+ 0. 16 ,8	
middelpunts schijnbare hoogte der planeet		50° 4′ 6″,7
horiz. parall. 1″,6 en in hoogte, Tafel LIII,	+ 1″	
refractie uit Tafel XX	— 48 ,8	. . — 47 ,8
ware middelpunts hoogte van de planeet Jupiter . . .		50° 3′ 18″,9
		90. 0. 0
afstand van het toppunt		39° 56′ 41″,1
Den 3^n ♃^{s} declin. te 0^u =	13° 12′ 22″ N.	
verand. in 24^u = 224″ en in $9^u,3$ + =	1. 26 ,8	
dus de N. declinatie . . . . =	13° 13′ 48″,8 .	13. 13. 48 ,8
en derhalve is de gevraagde N. breedte		53° 10′ 29″,9.

§ 246. Meestal zal men voor de planeten naauwkeurig genoeg handelen, als men de doorgangen slechts zonder eenige herleiding, voor de lengte, uit den *Almanak* neemt, en voor dien tijd het overeenstemmend oogenblik en vervolgens de declinatie berekent. Bij avond- of morgen-schemering zijn dikwerf de kimmen nog genoegzaam verlicht, om de hoogten der planeten met eenige naauwkeurigheid te kunnen waarnemen. — Tafel XXIX der *Verzameling* geeft aanleiding om steeds in de sterren voor meridiaans hoogten eene goede keuze te doen.

1^e *Voorb.* Den 6^n Februarij, omstreeks 9^u des avonds, bevond men de meridiaans hoogte der ster Sirius, in den grooten Hond, 45° 30′ 40″ in het Z., het oog 4,8 el; *vrage* de breedte? *Antw.* 28° 3′ 14″ N. br.

Aanteekening uit den *Almanak* voor het jaar der waarneming.

Den 31^n Januarij te 0^u Sirius declinatie 16° 30′ 55″ Z.

verandering in 10 dagen . . . . + 1.

2^e *Voorb.* Den 5^n Julij van eenig jaar, op 92° O. lengte, is waargenomen de onderrands hoogte der planeet Saturnus, bij den doorgang door den meridiaan, in het N. 46° 35′ 20″, het oog 5,6 el; *vrage* de breedte? *Antw.* 51° 58′ 34″ Z. breedte.

Aanteekening uit den *Almanak.*

Den 5^n Julij Saturnus ½ middell. 8″,2, horiz. equat. par. 0″,9.

» 4 » ♄^{s} declin. te 0^u = 8° 28′ 40″ Z. merid. doorgang $16^u\ 9^m,4$,

» 5 » ♄^{s} » » 0^u = 8. 29. 18 » » » 16. 5 ,4.

§ 247. De breedte te vinden door eene hoogte der maan, waargenomen als zij zich in den meridiaan bevindt, geschiedt op gelijke wijze als voor de zon. — Door de verandering van de declinatie der zon, der planeten en der maan is de grootste hoogte dier hemelligchamen niet altijd die, welke zij hebben op het oogenblik, dat zij zich in den meridiaan bevinden; wil men dus met naauwkeurigheid te werk gaan, zoo moet het *oogenblik van doorgang* vooraf berekend, en op dat oogenblik de hoogte gemeten worden. Voor de zon en de planeten is dit verschil echter zoo gering, dat men het verwaarloozen kan; voor de maan is die verandering in de declinatie soms te groot, om haren invloed geheel buiten aanmerking te doen blijven, en men berekent mitsdien voor haar den tijd van doorgang (§ 217), om zoo na mogelijk, op dat oogenblik de hoogte te kunnen meten.

1^e *Voorb.* Den 6^n Mei van eenig jaar is de maans onderrands hoogte in den meridiaan in het noorden 64° 12′, en men bevindt zich naar gissing op 27° Z. br. en 80° L. W., het oog is 6 el boven het water verheven; *vrage* de breedte? *Antw.* De Z. breedte is 26° 48′ 13″.

Den 6^n Mei van het jaar der waarneming gaat de ☾ door den meridiaan te	$8^u\ 32^m$
de verandering voor 360° is 45′ en dus voor 80° west . . .	10
derhalve valt de ☾^{s} doorgang voor te	$8^u\ 42^m$
lengte-tijd, west, ...	5. 20
	$14^u\ 2^m$

of het overeenstemmend oogenblik is den 6^n te $2^u\ 2^m$ na middernacht.

Den 6^n te 12^u ☾^{s} ½ middell. =	15′ 4″	en horiz. parallaxis . . =	55′ 19″
ver. in 12^u = + 5″ en in 2^u	+ 1	ver. 12^u = + 17″ en in 2^u	+ 3
vermeerder. Taf. XXII,	+ 13	vermind. Tafel XXIII .	— 2
☾^{s} ½ middellijn . . . . . =	15′ 18″	horiz. parallaxis . . . . =	55′ 20″.

☾^{s} onderrands geschotene hoogte . . . . =	64° 12′ 0″
kimduiking = — 4′ 20″,5	
½ middellijn = + 15. 18	
10′ 57″,5 . . . . of	10. 58
☾^{s} schijnbare hoogte . . . . =	64° 22′ 58″
verbetering door Tafel XXV . . . . =	23. 26
☾^{s} ware middelpunts hoogte . . . . =	64° 46′ 24″
	90. 0. 0
☾^{s} afstand van het toppunt . . . . =	25° 13′ 36″

. . . . . . $= 25^\circ\ 13'\ 36''$

☾'s declin. den 6^n, te 12^u, ... $= 1^\circ\ 13'\ 40''$

verand. in $3^u = + 30' 55''$ en in $2^u\ 2^m$:

log. prop. $2^u\ \ 2^m = 16891$

» » $30'\ 55'' = \underline{76508}$

93399 prop. log. van $= \underline{\ \ 20.\ 57}$

dus de declinatie . . . . $= 1^\circ\ 34'\ 37''$ Z. . . $\underline{1.\ 34.\ 37}$

en derhalve de zuider breedte . . . . $= 26^\circ\ 48'\ 13''$.

2e *Voorb.* Den 2^n Junij 1846, is men op omstreeks 37° Z. br. en 23° W. L., en is de ☾'s onder. H. in het N. in den meridiaan waargenomen $51^\circ\ 59'$, het oog is 14 voeten boven water en de indexcorrectie $+ 1'\ 50''$; *vrage* als boven? *Antw.* De breedte is $36^\circ\ 16'\ 29''$ Z.

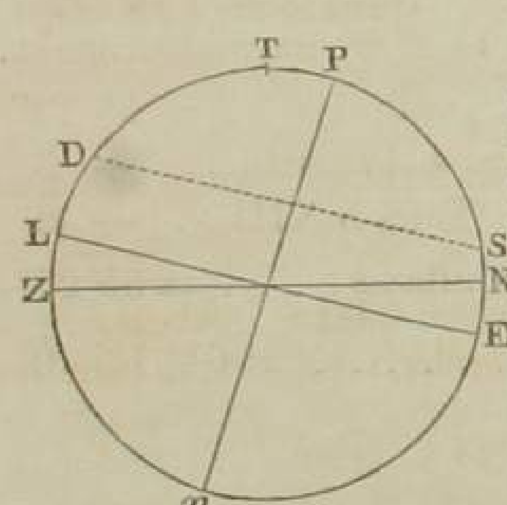
Opgaven uit den *Almanak* voor 1846.

De ☾ gaat den 2^n Junij door den meridiaan te $6^u\ 25^m,4$,
verandering van den 2^n op den $3^n = 43$.
Den 2^n te 0^u ☾'s $\frac{1}{2}$ middellijn $= 14'\ 53''$ en horiz. parall. $= 54'\ 38''$,
verandering in $12^u = +\ \ 4$ » verand. in $12^u = + 14$.
Den 2^n te 6^u ☾'s declinatie N. $= 1^\circ\ 18'\ 40''$,
verandering in $3^u = - 30.\ 13$.

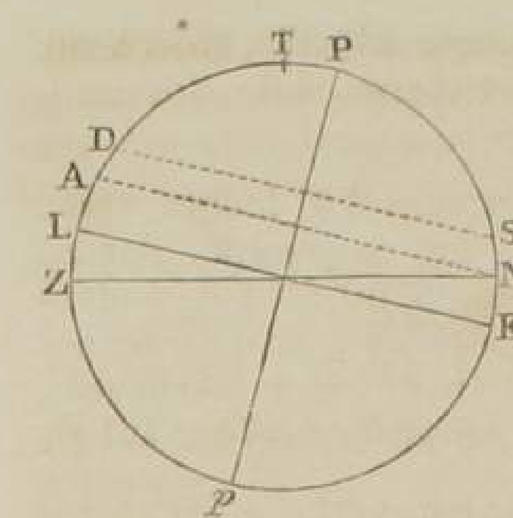
3e *Voorb.* Den 24^n December 1846, naar gissing op 17° N. br. en 70° O. L., wordt de ☾'s in het zuiden waargenomen $72^\circ\ 10'$, het oog is 5,8 el; *vrage* de breedte? *Antw.* De N. breedte is $17^\circ\ 29'\ 14''$.

Opgaven uit den *Almanak* voor 1846.

De ☾ gaat den 24^n December door den meridiaan te $5^u\ 27^m\ 9$,
verandering van den 23^n op den $24^n = 51\ ,7$.
Den 24^n te 0^u ☾'s $\frac{1}{2}$ middellijn $= 16'\ 9''$ en horiz. parall. $= 59'\ 15''$,
verandering in $12^u = -\ \ 3$ » verand. in $12^u = - 12$.
Den 24^n te 0^u ☾'s declinatie Z. $= 0^\circ\ 30'\ 35''$,
» 3 » » N. $= 0.\ 3.\ 58$.

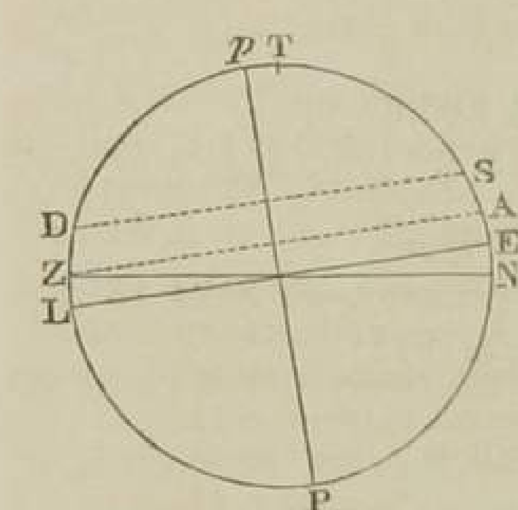


§ 248. Als de pools hoogte van eene plaats grooter is dan de pools afstand van eenig hemelligchaam, beide noordelijk of beide zuidelijk, d. i. gelijknamig, zoo gaat dat hemelligchaam op die plaats niet onder of daalt niet beneden haren horizon. Stel, dat men zich op noorder breedte bevindt, en dat de zons pools afstand PS kleiner is dan PN, zoo gaat aldaar op dien tijd de zon niet onder; zij komt alsdan tweemalen in de 24^u in den meridiaan ZTNZ, en wel in S, bij haren beneden doorgang en in D bij den boven doorgang. Voor de zon is de hoogte DZ de middags of grootste hoogte en SN de middernachts of kleinste hoogte. Heeft men nu de beneden doorgangs meridiaans hoogte NS, zoo is de breedte PN $=$ NS $+$ PS of gelijk aan de kleinste ware hoogte plus den zons pools afstand, op het oogenblik dier hoogtemeting. Heeft men de boven meridiaans hoogte DZ, zoo is de breedte TL $= 90^\circ -$ ZD $+$ DL.



Verandert het hemelligchaam tusschen twee hoogten, in D en S waargenomen, weinig in declinatie, en blijft men gedurende den tijd tusschen die hoogten op dezelfde plaats, zoo wordt ook de breedte gevonden, als men de hoogten bij beide de doorgangen bij S en D waarneemt, en SN aftrekt van DZ, en de helft van de rest of AZ is LZ, die van 90° afgetrokken TL of de breedte tot rest laat. Bijvoorb., is de ware hoogte SN $= 8^\circ$ en de hoogte DZ $= 42^\circ$, zoo heeft men:

DZ $= 42^\circ$ verminderd
met SN $= \ \ 8$
geeft AZ $= 34^\circ$ gedeeld
door 2)
LZ $= 17^\circ$
van TZ $= 90$
geeft TL $= 73^\circ =$ de N. breedte.



Stel de ware hoogte van eenig hemelligchaam boven den zuider horizon 9° en de grootste hoogte boven den noorder horizon 46°; beide in den meridiaan waargenomen, zoo heeft men:

SN $= 46^\circ$	of ZTN $= 180^\circ\ \ 0'$
DZ $= \ \ 9$	SN $= \ \ 46.\ \ 0.$
AN $= 37^\circ$	ZTS $= 134^\circ\ \ 0'$
2)	DZ $= \ \ \ 9.\ \ 0$
EN $= 18^\circ\ 30'$	ZTA $= 143^\circ\ \ 0'$
van TN $= 90$	2)
geeft TE $= 71^\circ\ 30'$.	dus PZ $= \ 71^\circ\ 30'$.

De methode, om de breedte te vinden door eene hoogte in den boven en eene in den beneden meridiaan, is alleen dan aan te raden, als het hemelligchaam tusschen de hoogten of doorgangen weinig of niets in declinatie verandert. Voor de zon heeft dit plaats tegen December of Junij, als zij in of nabij de keerkringen is. Voor de vaste sterren, wier doorgangen boven denzelfden horizon plaats hebben, is integendeel die handelwijze bij de geringe verandering der declinatie van de sterren, zoo zij waargenomen kunnen worden, van veel belang, en is zij dan om hare eenvoudigheid zeer aan te bevelen. Veronderstel, men ziet de ster α van den Grooten Beer; deze ster heeft, zoo als uit Tafel XXVIII blijkt, $62^\circ\ 33'$ N. declin. en dus $27^\circ\ 27'$ Nr. poolsafstand. Voor alle plaatsen nu, welke meer dan $27^\circ\ 27'$ N. breedte hebben, gaat die ster dus niet onder en kunnen hare hoogten aldaar in den boven- en beneden-meridiaan worden waargenomen. Door Taf. XXIX wordt de tijd gevonden, wanneer de ster zich in den meridiaan zal bevinden, en dus hare hoogten bepaald kunnen worden. Stel, men heeft voor de ware hoogte der ster gevonden, bij haren boven doorgang 69° 21′ en bij de beneden meridiaans hoogte 14° 27′, zoo heeft men: *de halve som dezer ware hoogten is de breedte* en deze dus $= \frac{1}{2}$ (69° 21′ + 14° 27′) = 41° 54′ N.

1e *Voorb.* Den 19^n Junij 1854 wordt op omstreeks 75° lengte west, voor zons bovenrands hoogte waargenomen, op het oogenblik, dat zij zich in den beneden meridiaan in het N. bevindt, 8° 50′ 20″; de index-correctie is − 0′ 30″, de barometer wees 720 strepen, de thermometer 18° c. verdeeling, en het oog 6 el boven het water verheven; *vrage* de breedte en de figuur? *Antw.* De N. breedte is 74° 57′ 19″.

$\odot^s$ Bovenrands geschotene hoogte		= 8° 50′ 20″
index-correctie	− 0′ 30″	
kimduiking	− 4. 20 ,5	
$\odot^s$ $\frac{1}{2}$ midd. = 15′ 45″,4 − 9″ (voor verb. uit Tafel XXIV)	− 15. 36 ,4	
	− 20′ 26″,9	− 20. 26 ,9
$\odot^s$ schijnbare middelpuntshoogte		= 8° 29′ 53″,1
refractie voor 8° 50′	= 6′ 13″,1	
Tafel LI, ...	= − 19 ,6	
» LII, ...	= − 10 ,9	
ware refractie .	= 5′ 42″,6	
parallaxis Taf. XXI, ...	= 8 ,4	
dus refractie — parallaxis	= 5′ 34″,2	5. 34 ,2
en mitsdien de ware hoogte		= 8° 24′ 18″,9

Den 19^n Junij $\odot^s$ declin. te 0^u = 23° 26′ N. (Taf. LVII)	
Taf. XVII B. geeft voor 75° lengte	0. 0
de declin. ver. van 19 op 20 plus 1′ en dus in 12^u. of tot middernacht 0′,5 of nagenoeg	1
en derhalve de declinatie . .	= 23° 27′ N.
	90. 0
en de zons poolsafstand . . .	= 66° 33′ 66. 33. 0
en dus de N. breedte	= 74° 57′ 18″,9.

Aanmerking. Had men de lengte met naauwkeurigheid gekend; zoo zoude men de declin. naar den *Almanak* hebben kunnen bepalen.

2e *Voorb.* Op den 21^n Junij 1855 wordt de zon tweemalen in den meridiaan waargenomen, eens bij den boven en eens bij den beneden doorgang; de grootste onderrands hoogte is in het Z. 38° 31′ 10″, de barometer wees toen 715^s en de thermometer 75°, FAHRENHEIT, en de kleinste hoogte van den bovenrand in het N. is 8° 29′ 40″, de barometer wees op dat oogenblik 785^s en de thermometer + 66°; bij de beide hoogten is de index-correctie + 1′ 10″ en het oog 6 el boven het water verheven, en de $\odot^s$ $\frac{1}{2}$ middellijn is = 15′46″,3; *vrage* de breedte? *Antw.* de noorder breedte is 74° 40′ 55″.

$\odot^s$ geschotene hoogte	= 38°31′10″	en	8° 29′ 40″
index-correctie	+ 1′10″	index-correctie	+ 1′10″
kimduiking .	− 4.20 ,5	kimduiking .	− 4.20 ,5
$\frac{1}{2}$ middellijn .	+ 15.46 ,3	$\frac{1}{2}$ middellijn .	− 15.46 ,3
verb. Taf. XXIV	0. 0	verb. Taf. XXIV	0.11
	12′35″,8 of 12.36		18′45″,8 of 18.46
	38°43′46″		8° 10′ 54″
refr. voor 38°44′	= 1′12″,4	refr. voor 8° 11′	= 6′26″,4
Tafel LI . .	− 4 ,2	Tafel LI . .	+ 12 ,9
» LII . .	− 3 ,7	» LII .	− 14 ,3
ware refractie	− 1′ 4″,5	ware refractie	− 6′25″,0
parall.	+ 6 ,6	parall. . . .	+ 8 ,3
	0′57″,9 of − 0.58		6′16″,7 of − 6.17
$\odot^s$ ware hoogte in het Z.	= 38°42′48″	$\odot^s$ ware hoogte in het N.	= 8° 4′ 37″
» » » » » N.	= 8. 4.37		
	30°38′11″		
2)	15°19′ 5″		
	90. 0. 0		
dus de N. breedte . . .	= 74°40′55″.		

3e *Voorb.* Men heeft op eenig oogenblik, in het midden der maand Junij, voor $\odot^s$ ware hoogte bij den doorgang door den meridiaan, in het zuiden 39° 16′ 40″; een half etmaal later bij den beneden doorgang in het noorden 6° 4′ 16″. *Vrage* de breedte van de plaats en de declinatie? *Antw.* De breedte is 73° 23′ 48″ N. en de gemiddelde declinatie 22° 40′ 28″ N.

4e *Voorb.* Den volgenden dag had men voor $\odot^s$ ware hoogte bij den boven doorgang in het zuiden 38° 26′ 10″, en bij den beneden doorgang 7° 24′ 10″. *Vrage* de breedte van de plaats, benevens de gemiddelde declinatie. *Antw.* De breedte is 74° 29′ N. en de declinatie 22° 55′ 10″ N.

2°. *De breedte te vinden door hoogten nabij den meridiaan.*

§ 249. Men is somtijds in de gelegenheid eenige hoogten waar te nemen zeer nabij het oogenblik, dat het hemelligchaam den meridiaan passeert, terwijl de hoogte op het oogenblik van den doorgang gemist wordt. Zulke hoogten, nabij den meridiaan genomen, zijn veelal iets te klein. Heeft men de breedte en declinatie naar gissing bekend, en weet men met eenige zekerheid den waren tijd bij die hoogten, zoo kan men met genoegzame naauwkeurigheid berekenen, hoeveel het hemelligchaam op de veronderstelde breedte, in eene minuut tijds vóór den doorgang rijst, of na dien tijd daalt; eene kleine onzekerheid in de breedte en declinatie zal hier weinig nadeeligen invloed uitoefenen. In de verklaring van Tafel XXXI der *Verzameling* is eene formule opgegeven, waardoor berekend kan worden, hoeveel dat de gezegde *rijzing* of *daling* in ééne minuut tijds bedraagt. Stel, men is op 38° N. breedte en de declinatie is 16° N., zoo is de verandering in hoogte, volgens Tafel XXXI, door de voormelde formule berekend, 4″; is dan nu eene hoogte genomen 1^m vóór of na den doorgang of middag, zoo is die hoogte 4″ te klein. Voor eene hoogte 2, 3, 4^m of $4^m\,30^s$ van den middag, neemt men de 2^e magten dezer tijden, of 2×2, 3×3, 4×4, $4{,}5\times4{,}5$ of 4, 9, 16 of 20,25 en vermenigvuldigt daarmede de gevondene 4″ en dit zal ons geven 16″, 36″, 64″ of 81″, die men bij de hoogten voegt, op de gestelde tijden waargenomen en die alle dan gelijk zullen zijn aan de middags hoogte op de gestelde plaats. De vierkanten der tusschentijden tot $8^m\,59^s$ zijn in Tafel XXXI A opgegeven.

1^e *Voorb.* Op den 17^n Sept. 1846 wordt, op 30° L. W., en naar gissing op 31° Z. br., volgens een horologie te $1^u\,21^m\,58^s$, nagenoeg in het noorden nabij den meridiaan voor ⊙s H. gevonden 56° 20′; het oog is 8 ellen en de index-correctie — 1′ 10″. Volgens eene vroegere waarneming was het horologie op den *waren* of *zonnetijd vóór* $1^u\,19^m\,30^s$, en is men sedert die tijd-waarneming niet in lengte veranderd; men vraagt de ware middags hoogte en de breedte? *Antw.* De ⊙s ware meridiaans hoogte is 56° 29′ 31″ en de zuider breedte 31° 13′ 42″.

Opgaven uit den *Almanak* voor 1846, den 17^n Sept. te 0^u.

Tijdvereffening, *bijtellend bij den middelb. tijd*,		$5^m\,29^s{,}44$,
verandering in 1^u	+	0 ,878.
Zons declinatie, te 0^u, Noord		2° 18′ 37″,
verandering in 1^u	—	58 ,1.
Zons halve middellijn		15. 56 ,5.

Tijd bij de waarneming, volgens het horologie .	$1^u\,21^m\,58^s$
het horologie was *vóór* op den zonnetijd	1. 19. 30
dus is de zonne- of ware tijd bij de hoogtemeting	$0^u\;\;2^m\,28^s$ N.M.
lengte-tijd, west, ...	2. 0. 0
	$2^u\;\;2^m\,28^s$
tijdvereffening aftrekkend van den zonne-tijd . .	5. 31
	$1^u\,56^m\,57^s$ en

dus het overeenstemmend oogenblik nagenoeg gelijk aan den 17^n, te $1^u{,}9$.

Zons waargenomene hoogte		= 56° 20′ 0″
index-correctie	— 1′ 10″	
kimduiking	— 5. 0 ,8	+ 9. 45 ,7
⊙s ½ middellijn	+15. 56 ,5	
		56° 29′ 45″,7
straalbuiging	— 38″,6	33 ,8
verschilzigt	+ 4 ,8	
zons ware middelp. hoogte nabij den middag .		= 56° 29′ 11″,9.
Den 17^n te 0^u ⊙s declinatie		= 2° 18′ 37″
de verandering in 1^u is 58″,1 en dus in $1^u{,}9$		— 1. 50
en dit geeft voor declinatie		2° 16′ 47″ N.

In Tafel XXXI vindt men, voor deze declinatie en de gegiste

breedte, onderling ongelijknamig, ...	3″,1
Taf. XXXI A geeft, voor $2^m\,28^s$ tusschentijd, als factor	6 ,1
en dus het product	= 18″,91.

Hieruit blijkt dan nu, dat de zon nog 18″,91 tot den meridiaans doorgang gerezen zoude zijn, en wij hebben dus:

ware zons hoogte nabij den middag	= 56° 29′ 11″,9
vergrooting in hoogte tot den middag	= 18 ,9
dus de ware meridiaans hoogte	= 56° 29′ 30″,8
afgetrokken van	90. 0. 0
blijft voor zons afstand van het toppunt . . .	33° 30′ 29″,2
N. declinatie op het oogenblik van den middag	2. 16. 47
en derhalve is de zuider breedte	31° 13′ 42″,2.

§ 250. Bij hetgeen wij bereids in de verklaring van Taf. XXXI der *Verzameling*, ten aanzien dezer ook voor de zeelieden zoo belangrijke methode gezegd hebben, zullen wij hier nog bijvoegen, dat deze Tafel op gelijke wijze voor alle hemelligchamen toepasselijk is; voor de zon is echter hare toepassing het gemakkelijkst, want de tijd der waarneming voert hier onmiddellijk tot den tusschen tijd of zons uurhoek, die bij andere hemelligchamen door hulp der regte opklimmingen enz., gezocht moet worden, zoo als blijkt uit het aangevoerde op bladz. 101 van den 8^n druk der *Verzameling*, en nader kan blijken uit de oplossing van het volgende

2^e *Voorb.* Den 16^n Junij 1843 is men naar gissing op 51° N. br. en 25° 19′ L. O., het oog 7 el, en wordt te $4^u\,18^m\,16^s$'s nachts nabij den meridiaan, omstreeks het zuiden, waargenomen de onderrands hoogte van Jupiter (♃) 25° 40′ 30″; *vrage* de meridiaans ware hoogte van de planeet en de breedte? *Antw.* De meridiaans ware hoogte is 25° 35′ 10″,4 en de breedte 51° 12′ 37″,6 N.

Opgaven uit den *Almanak* voor 1843, den 15^n Junij, te 0^u middelb. tijd.

Jupiters declin. . .	13° 12′ 2″ Z.	Jupiters regte opklimm.	$22^u\,0^m\,6^s{,}6$,
verander. in 24^u . .	+ 12.	verander. in 24^u	+ 1 ,0.
Jupiters ½ middell.	20 ,4	Jupiters horiz. verschilz.	1″,9.
⊙s Regte opkl . . .	$5^u\,32^m\,27^s{,}2$,	Tijdvereff. + M. tijd . .	$0^m\,1^s{,}40$,
verand. in 1^u.	+ 10 ,38.	verand. in 1^u.	— 0 ,525.

Den 15^n M. tijd aan boord	$16^u\,18^m\,16^s$
lengte-tijd.	1. 41. 16
overeenstemmend oogenblik	$14^u\,37^m\;\;0^s$,
zijnde den 15^n te $14^u{,}6$.	

Den 15^n te 0^u ⊙s R. opkl.	$5^u\,32^m\,27^s{,}2$
veran. in $1^u = 10^s{,}38$; in $14^u{,}6$	+ 2. 31 ,5
dus ⊙s regte opklimming	$5^u\,34^m\,58^s{,}7$.

Den 15^n te 0^u Jupit. R opkl.	$22^u\;\;0^m\;\;6^s{,}6$
veran. in $24^u = 1^s{,}0$; in $14^u{,}6$	+ 0. 0 ,7
dus Jupiters R. opklimm.	$22^u\;\;0^m\;\;7^s{,}3$.

Middelb. tijd aan boord . .	$16^u\,18^m\,16^s$
tijdvereff. aftr.	6 ,3
⊙s of ware tijd.	$16^u\,18^m\;\;9^s{,}7$
⊙s R. opklimm.	5. 34. 58 ,6
meridiaans R. opk.	$21^u\,53^m\;\;8^s{,}3$
Jupiters R. opklimm.	22. 0. 7 ,3
Jupiters uurhoek.	$0^u\;\;6^m\,59^s{,}0$.

Den 15^n te 0^u Tijdveref. bijt.	$0^m\;\;1^s{,}40$
veran. in $1^u = 0^s{,}525$; in $14^u{,}6$	— $7^s{,}66$
Tijdvereff. aftrekk. M. tijd	$6^s{,}26$.

Taf. XXXI geeft voor de Z. declinatie en de gegiste N. breedte...	1″,3
Taf. XXXI A geeft ons voor den uurh. van Jupiter, als factor.....	48 ,8
en het product..................	63 ,44,

of de verbetering of vergrooting voor de hoogte is 1′ 3″,4.

Den 15^u te 0^u Jupiters decl. Z.	13° 12′ 2″
verand. in 24^u = 12″; in 14^u,6	7 ,3
Jupiters declinatie Z........	13° 12′ 9″,3.

Jupiters geschotene hoogte....		25° 40′ 30″
kimduiking	— 4′ 41″,4	
½ middellijn....	+ 20 ,4	— 4. 21
		25° 36′ 9″
verschilzigt	+ 1″,7	
straalbuiging....	— 2′ 1 ,0	— 1. 59 ,3
Jupiters ware hoogte.........		25° 34′ 9″,7
verbetering..................		+ 1. 3 ,4
Jupiters ware meridiaans hoogte		25° 35′ 13″,1 Z.
		90. 0. 0
» toppunts afstand......		64° 24′ 46″,9
» declinatie............		13. 12. 9 ,3
dus de N. breedte............		51° 12′ 37″,6.

§ 251. De volgende voorbeelden vereenigd met die, welke gevonden worden in de verklaring van Taf. XXXI der *Verzameling*, kunnen hier verder tot oefening strekken.

1ᵉ *Voorb.* Men is naar gissing op 19° 30′ N. breedte, de zons Z. declinatie is 23° 6′ 10″; de ware hoogte nabij het zuiden is, te $0^u\,2^m\,10^s$ zonnetijd, 47° 14′; men vraagt de ware middags hoogte en de breedte van de plaats der waarneming? *Antw.* De ⊙ˢ middags ware hoogte is 47° 14′ 12″ en de N. breedte 19° 39′ 38″.

2ᵉ *Voorb.* Men vindt, naar gissing op 31° Z. breedte, nabij den middag te $11^u\,56^m\,4^s$ *waren tijd*, boven den noorder horizon, voor zons ware middelpunts hoogte 53° 10′ 10″, de zons declinatie op het oogenblik der waarneming was 5° 50′ 10″ N.; *vrage* als voren? *Antw.* De ware ⊙ˢ H. = 53° 10′ 53″ en de Z. breedte = 30° 58′ 57″.

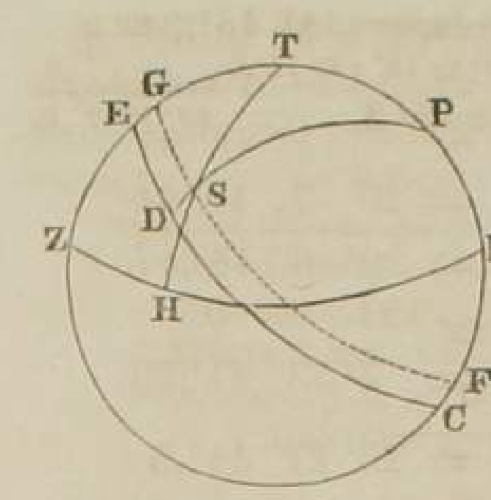
3ᵉ *Voorb.* Naar gissing bevindt men zich op 10° 8′ Z. breedte, men mist de middags of meridiaans hoogte; doch eene hoogte, $2^m\,50^s$ *waren tijd* van den middag genomen, geeft voor zons ware middelpunts hoogte 76° 32′ 10″ Z.; als nu de zons declinatie op het oogenblik van den waren middag, volgens den *Almanak*, 22° 2′ 6″ Z. is, zoo vraagt men als voren? *Antw.* De zons ware middags hoogte zal geweest zijn 76° 33′ 19″ en dus de Z. breedte 8° 35′ 25″.

TWEEDE AFDEELING.

De breedte te vinden door hoogten der hemelligchamen buiten den meridiaan waargenomen.

1°. *Door eene hoogte en den tijd bij die hoogte.*

§ 252. In § 192 is bereids de zoogenoemde toppunts driehoek door ons verklaard, en zullen wij hier slechts betrekkelijk dien driehoek herhalen, dat zijne vijf termen, die voornamelijk voor den zeeman



van belang gerekend kunnen worden, zijn: TS het *complement der ware hoogte*, PS *de poolsafstand*, ∠ TPS *de uurhoek van het hemelligchaam*, uitgedrukt in *zonne-* of *waren tijd*, TP het *complement der breedte*, en de ∠ STP het *azimuth*. Zijn nu van deze vijf termen van den driehoek TSP drie bekend, zoo kan men door deze de twee andere vinden, en hieruit volgt dus, dat men door de hoogte, de declin. en den uurhoek, als ook door de hoogte, de declin. en het azimuth van eenig hemelligchaam enz. de zijde TP berekenen kan, en door deze af te trekken van 90°, heeft men PN of de breedte. Om nu door TS, PS en den ∠ TPS de zijde TP te berekenen, heeft men volgens het Vᵉ geval der klootsche driehoeken (§ 106), waartoe dit vraagstuk door de bekende termen wordt gebragt, soms twee antwoorden te wachten, en het is naar de gegiste breedte, dat men ten deze onderscheiding maakt, welk der antwoorden men als de ware breedte moet aannemen. In den klootschen driehoek STP laat men uit S eene loodlijn op TP of hare verlenging (§ 106); deze valt binnen of buiten den drieh. TPS, en berekent men den afstand van den loodregten boog tot P, of een' boog, dien wij x zullen noemen, aldus:

$$\textit{Cot. } PS : \textit{rad.} = \textit{cos. } \angle SPT : \textit{tang. } x$$

$$\text{of } \textit{tang. declin.} : \textit{rad.} = \textit{cos. uurhoek} : \textit{tang. } x;$$

en vervolgens den afstand van T tot het voetpunt der gezegde loodlijn, of een' boog, dien wij door y zullen voorstellen, door

$$\textit{cos. } PS : \textit{cos. } ST = \textit{cos. } x : \textit{cos. } y, \quad \text{of}$$

$$\textit{sin. declin.} : \textit{sin. hoogte} = \textit{cos. } x : \textit{cos. } y.$$

En hierdoor wordt nu verder, naar dat de driehoek op ééne of twee wijzen mogelijk is, de waarde van TP, en eindelijk PN of de breedte bepaald.

1ᵉ *Voorb.* Den 22^n Junij 1837 werd er op omstreeks 50° N. br. en 4° 54′ 17″,6 L. O., voor ⊙ˢ H. gevonden 37° 19′ 45″, de gemiddelde middelbare tijd der waarneming was $8^u\,7^m\,36^s$,8 's morgens, het horologie was bij de waarneming *na* 10^s,64, de hoogte van het oog 6 el en de index-correctie van den sextant — 0′ 50″; *vrage* de breedte? *Antw.* De N. breedte is 52° 22′ 31″,6.

Opgaven uit den *Almanak* voor den 21^n Junij 1837, te 0^u middelb. tijd.

Tijdvereffening, *aftrekkend van den middelb. tijd*,	$1^m\,18^s$,34,
verandering voor 1^u	+ 0 ,537.
⊙ˢ Declinatie, Noord, ...	23° 27′ 44″,5,
verandering voor 1^u	— 0 ,32.
⊙ˢ ½ Middellijn....................................	15. 45 ,3.

Tijd der waarneming, den 21^n, . . .	= $20^u\;7^m\;36^s$,8
het horologie *na*	10 ,64
M. tijd bij de waarneming	= $20^u\;7^m\;47^s$,44
lengte-tijd, oost, ...	= 0. 19. 37 ,20
M. tijd op *Greenwich* bij de waarneming	= $19^u\;48^m\;10^s$,24

overeenkomende met den 21^n te 19^u,8.

Tijdvereffening te 0^u, aftrekkend, . . . =	$1^m\ 18^s,34$
verandert in $1^u = 0^s,537$; in $19^u,8$ . . . =	+ 10,63
tijdvereffening bij de waarneming . . . . =	$1^m\ 28^s,97$
M. tijd » » » . . . . =	$20^u\ 7.\ 47,44$
$\odot^s$ » » » » . . . . =	$20^u\ 6^m\ 18^s,47$
	24. 0. 0
dus de uurhoek » » » . . . . =	$3^u\ 53^m\ 41^s,53.$

$\odot^s$ Declinatie te 0^u . . . . =	$23^\circ\ 27'\ 44'',5$
verandert in $1^u = 0'',32$ en in $19^u,8$ . . =	6,3
$\odot^s$ declin. bij de waarneming . . . . . . =	$23^\circ\ 27'\ 38'',2$ N.

$\odot^s$ Gemiddelde onderrands hoogte . . =	$37^\circ\ 19'\ 45''$
index-correctie — $0'\ 50''$; $\odot^s$ $\frac{1}{2}$ middellijn + 15. 45,3; kimduiking . — 4. 20,5 } . . . . =	+ 10. 34,8
$\odot^s$ schijnbare hoogte . . . . =	$37^\circ\ 30'\ 19'',8$
refractie . . . — $1'\ 15'',8$; parallaxis . . . + 6,7 }	— 1. 9,1
$\odot^s$ ware hoogte . . . . =	$37^\circ\ 29'\ 10'',7.$

De opgave van het vraagstuk leidt tot eenen klootschen driehoek STP (§ 106), die zoodanig is, dat hij aanleiding geeft tot twee antwoorden, en uit welke, zoo als ook reeds gezegd is, naar de gegiste breedte eene keuze gedaan moet worden. En heeft men nu om TP te vinden:

Voor x, *Tang. declin. : rad. = cos. uurhoek : tang. x*,

log. rad. + log. cos. uurhoek =	19,7190356	
» *tang. declin.* =	9,6374838	
	10,0815518	*log. tang.* van $50^\circ\ 20'\ 53'',4.$

Voor y, *Sin. decl. : sin. hoogte = cos. x : cos. y*,

log. cos. x =	9,8049029	
» *sin. h.* =	9,7843118	
comp. log. sin. declin. =	0,3999876	
	9,9892023	*log. cos.* van 12. 43. 25,0
		som = $63^\circ\ 4'\ 18'',4$
		verschil = 37. 37. 28,4.

De zijde TP is $63^\circ\ 4'\ 18'',4$ of $37^\circ\ 37'\ 28'',4$; de complementen hiervan zijn $26^\circ\ 55'\ 41'',6$ of $52^\circ\ 22'\ 31'',6$; het laatste komt het naaste met de gegiste breedte overeen, en kan dus als het antwoord aangenomen worden.

Aanmerking. De toestand van het gegevene voorbeeld was niet de gunstigste, en de zon wat ver van den meridiaan; over het algemeen zullen kleine en schier niet te vermijden feilen geringeren invloed hebben, naarmate de uurhoeken kleiner zijn.

2e *Voorb.* Den 17n Februarij 1846, is men naar gissing op 43° Z. breedte en $52^\circ\ 26'$ O. lengte, en men vindt, te $2^u\ 23^m\ 10^s$ M. tijd, voor gemiddelde $\odot^s$ onderrands hoogte $48^\circ\ 15'\ 20''$; het oog is 7 el boven water; *vrage* de breedte? *Antw.* De Z. breedte is $42^\circ\ 51'\ 52''$.

Opgaven uit den *Almanak* voor den 16n Februarij 1846, te 0^u middelb. tijd.

Tijdvereffening, *aftrekk. van den middelb. tijd*,	$14^m\ 21^s,81$,
verandering in 1^u.	— 0,177.
Zonsdeclinatie, zuid.	$12^\circ\ 21'\ 14''$,
verandering in 1^u.	— 52,2.
$\odot^s$ $\frac{1}{2}$ Middellijn.	16. 12,1.

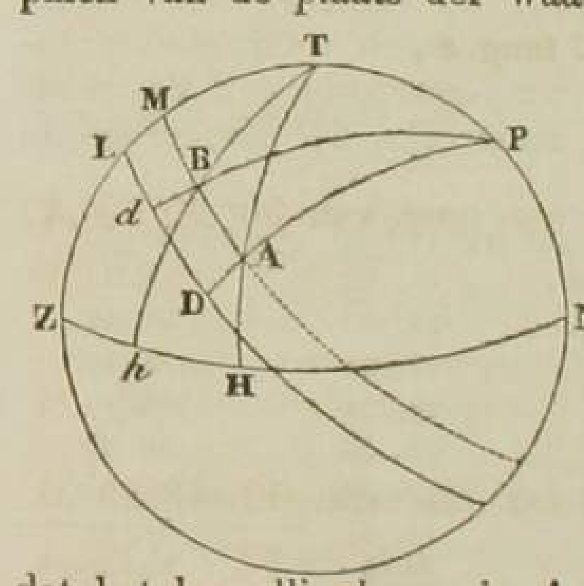
3e *Voorb.* Den 27n November 1846, is men naar gissing op 54° Z. breedte en $4^\circ\ 10'$ lengte west, het oog is 5 el boven het water verheven, en de gemiddelde uitkomst eener waarneming is: te $11^u\ 7^m\ 57^s$ middelbaren tijd 's morgens de zons onderrands hoogte $56^\circ\ 2'$; *vrage* de breedte? *Antw.* De Z. breedte is $54^\circ\ 2'\ 19''$.

Opgaven uit den *Almanak* voor den 26n November 1846, te 0^u middelb. tijd.

Tijdvereffening, *bijtellend bij den middelb. tijd*,	$12^m\ 31^s,19$,
verandering in 1^u	— 0,810.
Zonsdeclinatie, zuid.	$20^\circ\ 56'\ 44''$,
verandering in 1^u.	+ 28,0.
$\odot^s$ $\frac{1}{2}$ Middellijn.	16. 14,1.

2°. *De breedte te vinden door twee hoogten en den verloopen tijd tusschen die hoogten.*

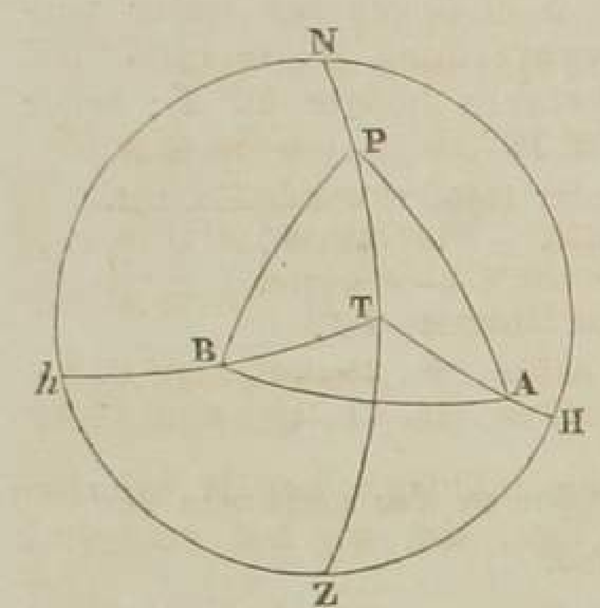
§ 253. De waarnemingen van twee hoogten met den verloopen tijd tusschen deze hoogten, geven mede aanleiding om de breedte te bepalen van de plaats der waarneming.



Stel, TPNZT de meridiaan van de plaats der waarneming; de bogen ZN, PN, TP en de letters Z, T, P en N, komen overeen met de verklaring daaromtrent in § 192 gegeven. Stel de gemiddelde waargenomene hoogten van het hemelligchaam in A en B, en laat door die punten den boog AB, de verticalen TH en Th en de declinatie bogen PD en Pd, getrokken worden, dan stellen HA en hB de ware hoogten, en DA en dB de declinatiën voor op de oogenblikken, dat het hemelligchaam in A en B is waargenomen. De bogen TA en TB zijn de complementen der hoogten, en PA en PB de poolsafstanden; de hoeken MPA en MPB zijn de uurhoeken volgens het uurwerk bij de hoogten gebezigd, en het verschil dezer hoeken of de $\angle$ BPA is de verloopene tijd tusschen de waarnemingen, en eindelijk zijn de hoeken HTN en hTN de azimuths hoeken van het hemelligchaam, toen zijne hoogten in A en B zijn waargenomen.

Volgens de waarnemingen zijn nu bekend de zijden AT en BT, als mede de $\angle$ BPA; door den *Almanak* kunnen de poolsafstanden AP en BP gevonden worden, en men heeft dan:

1°. In den driehoek PBA zijn de zijden PA en PB of de *poolsafstanden*, en de ∠BPA of de *verloopene tijd* tusschen de waarnemingen bekend, en dus kunnen de zijde AB en den ∠BAP, volgens § 104, berekend worden. 2°. Door de, in 1°, berekende zijde AB met de zijden AT en BT, of de *complementen der hoogten*, zijn dus in den driehoek BTA de drie zijden bekend, en is mitsdien de ∠BAT, volgens § 102, te berekenen. 3°. De hoek BAT wordt afgetrokken van den ∠BAP, de rest is de ∠TAP, en hierdoor verkrijgt men dan in den driehoek TAP bekend: den laatst genoemden hoek TAP met de zijden AP en AT, en hierdoor is TP, of het complement der breedte, en dus ook de breedte PN te berekenen.



§ 254. Vallen de hoogten vóór en na den middag, of zijn zij boven de ooster en wester kim waargenomen, zoo kan men de fig. als nevenstaande inrigten. De cirkel NHZhN stelt nu den waren horizon, NTZ den meridiaan, TA het complement der hoogte vóór den middag of der oostelijke, en TB het complement van den na den middag voor; voor het overige zijn al de aanwijzingen der voorgaande § voor de driehoeken PAB, TAB en TAP, waarin ook TP het complement der breedte PN is, ook hier geldend; ook hebben de bogen AH, Bh, enz., dezelfde beteekenis, en zijn de hoeken NTH en NTh mede de azimuths hoeken bij deze waarneming.

Voorb. Den 12ⁿ April 1838 is door mij, op ruim 52° N. breedte en 4° 54′ 17″,6 ooster lengte, de hier na te noemen waarneming gedaan; het oog was 6,2 el verheven, de index-correctie + 2′ 24″,8 en het uurwerk bij de waarneming gebruikt omstreeks 21ˢ *na; vrage* de breedte? *Antw.* 52° 22′ 33″,4.

		⊙			⊙
's morg.	11ᵘ 16ᵐ 24ˢ	45° 6′ 15″	's namidd.	12ᵘ 15ᵐ 3ˢ	45° 55′ 10″
	16. 58	7. 35		16. 12	54. 35
	17. 32	8. 50		16. 50	53. 40
	17. 57	9. 50		17. 24	53. 10
	18. 26	10. 55		18. 28	52. 40
	18. 53	11. 55		18. 56	51. 55
	19. 16	12. 50		19. 20	51. 45
	19. 48	14. 10		19. 41	51. 25
	20. 17	15. 35		20. 12	50. 50
	20. 42	16. 10		20. 35	50. 30
10)	180ᵐ 373ˢ	108′ 365″		178ᵐ 281ˢ	520′ 340″

komt 's morg. 11ᵘ 18ᵐ 37ˢ,3 ⊙ 45° 11′ 24″,5 en 's namidd. 12ᵘ 18ᵐ 16ˢ,1 ⊙ 45° 52′ 34″

het horolog. na	21 ,0	21 ,0
	11ᵘ 18ᵐ 58ˢ,3 of	12ᵘ 18ᵐ 37ˢ,1 of
	23. 18. 58 ,3 na den 11ⁿ	0. 18. 37 ,1 na den 12ⁿ
lengte in tijd	0. 19. 37 ,2	0. 19. 37 ,2
tijd op *Greenw.*	22ᵘ 59ᵐ 21ˢ,1	23ᵘ 58ᵐ 59ˢ,9
	of 22ᵘ,99 na den 11ⁿ.	of 23ᵘ,98 na den 11ⁿ.

Opgaven uit den *Almanak* voor 1838.

Den 11ⁿ April 1838, te 0ᵘ M. tijd, ⊙ˢ declinatie = 8° 15′ 23″,1 N.,
hare verandering in 1ᵘ. . . . . = + 54 ,93.
Den 12ⁿ ⊙ˢ ½ middellijn . . . . = 15. 57 ,9.
Den 11ⁿ April is de tijdvereff. *aftr. middelb. tijd* = 1ᵐ 6ˢ,44,
verand. in 1ᵘ. . . . . = − 0 ,677.

⊙ˢ *Declinatie en poolsafstand.*

Den 11ⁿ is de ⊙ˢ declinatie te 0ᵘ . . .	= 8° 15′ 23″,1		8° 15′ 23″,1
verand. in 1ᵘ = 54″,93 en dus in 22ᵘ,99	+ 21. 2 ,8	en in 23ᵘ,98	+ 21. 57 ,2
⊙ˢ declinatie bij de 1ᵉ waarneming	= 8° 36′ 25″,9 N.	bij de 2ᵉ waarn.	8° 37′ 20″,3
en dus de poolsafst. » » »	81° 23′ 34″ = PA	» » »	81° 22′ 40″ = PB.

Zonshoogten.

⊙ˢ Onderr. hoogten: 1ᵉ waarnem.	= 45° 11′ 24″,5	en bij de 2ᵉ waarn.	= 45° 52′ 34″
index-vereffening . . . . + 2′ 24″,8; kimduiking voor 6,2 el − 4. 24 ,8; ⊙ˢ ½ middellijn . . . . + 15. 57 ,9	+ 13. 57 ,9		+ 13. 57 ,9
⊙ˢ schijnb. middelpunts hoogten . .	45° 25′ 22″,4		46° 6′ 31″,9
straalb. voor 45° 25′,4 = − 57″,3; verschilzigt . . . . = + 6 ,2	− 51 ,1	str. v. 46° 6′,5 − 56″,0; verschilzigt + 6 ,0	− 50 ,0
zons ware middelpunts hoogten:	= 45° 24′ 31″,3 = AH en		= 46° 5′ 41″,9 = Bh
de complementen hiervan zijn:	44° 35′ 28″,7 = AT en		43° 54′ 18″,1 = BT

De waarnemingen zijn *vóór* en *na* den middag; het is mitsdien naar aanleiding van de laatst gegevene fig., dat wij het vraagstuk zullen oplossen.

Om den hoek BPA te vinden, heeft men:

tijd der eerste waarneming 11ᵘ 18ᵐ 58ˢ,3
» » tweede » 12. 18. 37 ,1
dus ∠BPA = 0ᵘ 59ᵐ 38ˢ,8.

In den driehoek BPA laat men nu eene loodlijn uit B op AP, die wij Bx zullen noemen, en men heeft om Px te vinden, volgens § 104:

Cot. BP : *rad.* = *cos.* ∠BPA : *tang.* Px,
log. rad. + *log. cos.* ∠BPA = 19,9851226
log. cotangens BP = 9,1807924
10,8043302 *log. tang.* van 81° 4′ 55″ = Px
en de zijde AP = 81. 23. 34 en
dus Ax = 0° 18′ 39″.

Door § 100 N°. 1 of door § 104 heeft men voor AB:

Cos. Px : *cos* Ax = *cos.* PB : *cos.* AB,
log. cos. Ax = 9,9999936
» » PB = 9,1758562
comp. » » Px = 0,8096075
9,9854573 *log. cos.* van 14° 44′ 42″ = AB.

Voor den ∠A van den driehoek PAB is door N°. 3. § 100:

Sin. Px : *sin.* Ax = *cot.* ∠APB : *cot.* BAP,
log. sin. Ax = 7,7344028
log. cot. ∠APB = 10,5746329
comp. » *sin.* Px = 0,0052822
8,3143179 *log. cot.* van 88° 49′ 7″ = ∠BAP.

Voor den ∠BAT, van den driehoek BAT, heeft men:

BT = 43° 54′ 18″
AB = 14. 44. 42 *compl. log. sin.* 0,5942823
AT = 44. 35. 29 » » » 0,1536344
som = 103° 14′ 29″
½ som = 51° 37′ 14″,5
½ som — AB = 36. 52. 32 ,5 *log. sinus*... 9,7782098
½ som — AT = 7. 1. 45 ,5 » » ... 9,0876997
19,6138262
2)
9,8069131 *log. sin.* van 39° 52′ 21″
en dus ∠BAT = 79° 44′ 42″
∠BAP = 88. 49. 7
en derhalve ∠TAP = 9° 4′ 25″.

Men heeft nu in den driehoek TAP bekend gekregen den ∠TAP en de zijden AT en AP. Om nu de zijde TP te berekenen, laat men, bijv., uit T een' boog loodregt op AP; noemen wij dien boog Ty, zoo vindt men Ay, volgens § 104, aldus:

cot. AT : *rad.* = *cos.* ∠TAP : *tang.* Ay,
log. rad. + *log. cos.* ∠TAP = 19,9945312
» *cot.* AT = 10,0061946
9,9883366 *log. tang.* van 44° 13′ 51″ = Ay
en AP = 81. 23. 34
en dus Py = 37° 9′ 43″.

Voor de breedte of PN heeft men eindelijk door N°. 1. § 100.

Cos. Ay : *cos.* Py = *cos.* AT : *cos.* TP (of *sin.* NP),
log. cos. Py = 9,9014209
» » AT = 9,8525602
comp. » » Ay = 0,1447624
9,8987435 is de *log. sin.* van 52° 22′ 33″,4,

en dus is de breedte van de plaats der waarneming 52° 22′ 33″,4 N.

§ 255. Als de declinatie tusschen de waarnemingen niet veel verandert, neemt men haar, en dus ook AP en BP of de pools afstanden, bij de waarnemingen gelijk; hierdoor worden de driehoeken APB (van de fig^n. § 253 en 254) gelijkbeenige driehoeken. Laat men nu uit P eene loodlijn, stel Px, op de zijde AB, zoo is AB = 2 × Ax, hoek xPA = ½ verloopenen tijd of gelijk ½ ∠BPA. De driehoek APx is dan in x regthoekig, en men heeft buiten den genoemden hoek xPA nog AP of den poolsafstand bekend.

Om dan in den regthoekigen driehoek APx de zijde Ax en den hoek A te vinden, heeft men:

1°. voor Ax:

rad. : *sin.* AP = *sin.* ∠xPA : *sin.* Ax, en

2°. voor den hoek xAP:

cot. ∠xPA : *rad.* = *cos.* AP : *cot.* ∠xAP.

Heeft men op deze wijze de zijde AB en den hoek BAP bekend gekregen, zoo kan men het vraagstuk verder naar de voorgaande § oplossen. Passen wij dit een en ander toe op ons gegevene voorb. van

§ 254, zoo hebben wij, de declinatie der zon voor het gemiddelde oogenblik der waarneming berekenende:

Tijd der eerste waarneming $23^u\ 18^m\ 58^s,3$
» » tweede » 24. 18. 37 ,1
$47^u\ 36^m\ 95^s,4$
2)
dus de gemiddelde tijd der waarneming = $23^u\ 48^m\ 47^s,7$
lengte-tijd = 19. 37 ,2
$23^u\ 29^m\ 10^s,5$

zijnde den 11^n, te $23^u,49$, na den middag te *Greenwich*.

⊙^{s} Declinatie, den 11^n, te 0^u = 8° 15′ 23″,1
verand. in 1^u = 54″,93 en in $23^u,49$ + 21. 30 ,3
dus de declinatie = 8° 36′ 53″,4 N. en

de zons poolsafstand 81° 23′ 7″ = PB of PA.

Reeds vroeger vonden wij, op bladz. 261, $0^u\ 59^m\ 38^s,8$ voor den verloopenen tijd; de half verloopene tijd is dus $0^u\ 29^m\ 49^s,4$ = ∠DPA.

Voor de zijde Ax is:

rad. : *sin.* AP = *sin.* ∠xPA : *sin.* Ax.
Log. sin. ∠xPA = 9,1131472
» » AP = 9,9950724
9,1082196 *log. sinus* van 7° 22′ 16″,5 = Ax
(2
en dus AB = 14° 44′ 33″.

Voor den hoek xAP:

cot. ∠xPA : *rad.* = *cos.* AP : *cot.* ∠xAP,
log. cos. AP + *l. rad.* = 19,1754811
» *cotang.* ∠xPA = 10,8831653
8,2923158 *log. cot.* van 88° 52′ 37″ = ∠xAP.

Den ∠TAB te vinden:

BT = 43° 54′ 18″
AB = 14. 44. 33 *compl. log. sin.* 0,5943543
AT = 44. 35. 29 » » » 0,1536344
som = 103° 14′ 20″
½ som = 51° 37′ 10″
½ som — AB = 36. 52. 37 *log. sinus* 9,7782225
½ som — AT = 7. 1. 41 » » 9,0876229
19,6138341
2)
9,8069171 *l. sin.* van 39° 52′ 23″
(2
dus de ∠TAB = 79° 44′ 46″
en » ∠BAP = 88. 52. 37
derhalve » ∠PAT = 9° 7′ 51″.

Voor Ay, eenen boog uit T loodregt op AP, is:

cot. AT : *cos.* ∠TAP = *rad.* : *tang.* Ay

log. cos. ∠TAP + *l. rad.* = 19,9944617

» *cot.* AT . . . . . . = 10,0061946

9,9882671 *log. tang.* van 44° 13′ 34″ = Ay

AP = 81. 23. 7

en dus Py = 37° 9′ 33″.

Eindelijk heeft men voor de breedte:

cos. Ay : *cos.* Py = *cos.* AT : *sin.* NP

log. cos. Py = 9,9014369

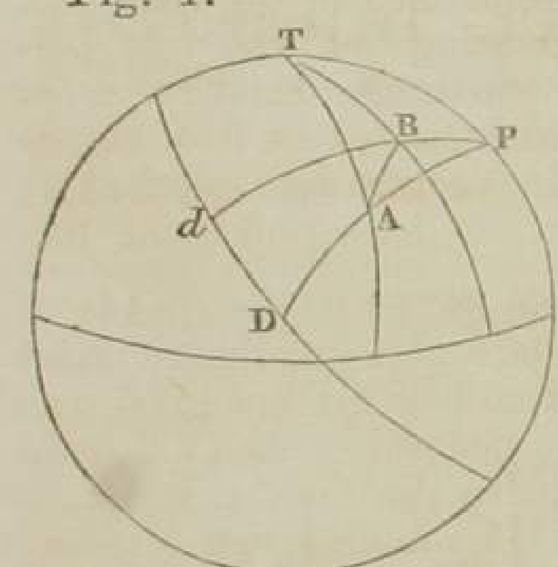
» » AT = 9,8525602

comp. » » Ay = 0,1447275

9,8987246 *log. sin.* van 52° 22′ 22″.

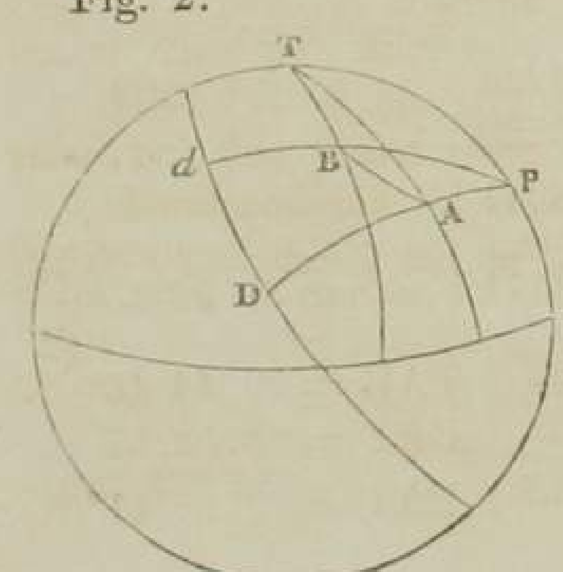
§ 256. In §§ 253 en 254 hebben wij den hoek TAP gevonden, door den hoek BAP te verminderen met den hoek BAT; dit heeft altijd plaats, als de declinatie en breedte ongelijknamig zijn of de laatste grooter is dan de eerste; is echter de declinatie en breedte gelijknamig, en de laatste kleiner, zoo gaat het hemelligchaam langs die zijde des toppunts, welke met de breedte gelijknamig is, en alsdan heeft men somtijds, dat men de grootte van bovengenoemden hoek verkrijgt, door de som te nemen van de gemelde hoeken, zoo als uit de volgende figuren blijkt:

Fig. 1.



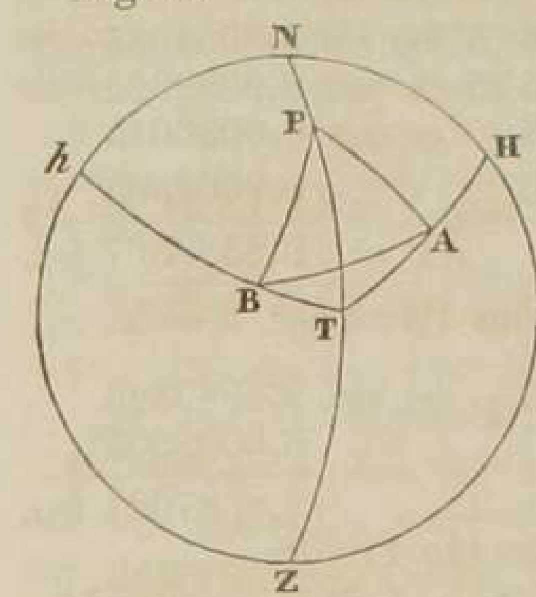
In fig. 1 heeft men:
∠TAP = ∠TAB + ∠BAP; de grootste hoogte heeft het kleinste azimuth BTP.

Fig. 2.



In fig. 2 is:
∠TAP = ∠BAP − ∠BAT; de grootste hoogte heeft ook het grootste azimuth.

Fig. 3.



Vallen de waarnemingen, zoo als in fig. 3, aan wederzijden des meridiaans, zoo gaat het hemelligchaam, volgens de boven liggende pool, voorbij het toppunt T, of AB ligt aan de N. zijde van het toppunt, en de hoek PAT = ∠BAP + ∠TAB; als de som der azimuths, of der hoeken NTH en NTh, of der bogen HN en hN minder is dan 180°. Was die som, zoo als in fig. van § 254, grooter dan 180°, zoo is de opening van den hoek BTA *van* de boven liggende pool gekeerd, en de boog AB valt alsdan langs de zijde van de beneden liggende pool, en de hoek TAP wordt in dat geval gevonden, door het verschil te nemen der gemelde hoeken.

In de meeste gevallen is evenwel de breedte ten naasten bij bekend, en hierdoor is dan, met de kennis van de declinatie, gemakkelijk te bepalen, tot welk geval de oplossing zal behooren; was men echter hierin geheel onzeker, zoo zoude men voor den hoek PAT de som en het verschil der hoeken BAT en BAP nemen, en met die som en dat verschil elk op zich zelve de vraag verder oplossen; dat dan ook twee breedten tot antwoord zoude geven, en waaruit men dan naar omstandigheid eene keuze zoude moeten doen.

§ 257. Het valt niet te ontkennen, al neemt men in dit vraagstuk eene gemiddelde declinatie aan, dat de oplossing van zoo vele bolvormige driehoeken eene voor den zeeman omslagtige handelwijze is. Onderscheidene wiskundigen hebben dan ook gepoogd in deze eenige bekortingen daar te stellen. Wij zullen de voornaamste methoden, daarvoor meer of min in gebruik gekomen, in hare praktische toepassing hier kortelijk doen kennen.

§ 258. In Tafel LVI onzer *Verzameling* zijn eenige grootheden onder den naam van hulpbogen Q en P vervat, waardoor het vraagstuk van het vinden der breedte, door twee hoogten en den verloopenen tijd, aanmerkelijk kan worden verkort. Deze grootheden zijn door A. C. HAZEWINKEL berekend, en zijn regel is in de *Verzameling van Tafelen*, (bladz. 184 der *Verklaring*) met genoegzame uitvoerigheid behandeld. Het *voorb.* van § 254 zullen wij naar die methode oplossen. Volgens § 255 is de declinatie voor het gemiddelde oogenblik der beide waarnemingen nagenoeg 8° 37′ en de half verloopen tijd $0^u\ 29^m\ 49^s,4$.

Door Taf. LVI vindt men, naar aanleiding van hare verklaring, voor Q 7° 22′,3 en voor P 0° 4′

declinatie = 8. 37

en dus P = 8° 41′.

Het verschil der hoogten is 0° 41′ 11″ en het ½ vers. = 20′ 35″,5.

Grootste hoogte = 46° 5′ 42″

kleinste » = 45. 24. 31

som = 91° 30′ 13″

. . . som = 91° 30′ 13″

9,8437110 *log. cos.* $\frac{1}{2}$ som = 45. 45. 6 ,5 *log. sin.* 9,8551095
7,7774150 » *sin.* $\frac{1}{2}$ verschil = 0. 20. 35 ,5 » *cos.* 9,9999922
0,8917558 » *cosec.* Q. . . . . = 7. 22. 18 » *sec.* 0,0036045
8,5128818 » *sin.* van . . . . = 1. 52. 0 » » 0,0002305°
9,8589367 *log.*

cos. van A = 43° 43′ 30″
getal P = 8. 41. 0
52° 24′ 30″ *log. sin.* 9,8989326
0,0002305°
9,8987021 *log.*

sin. van 52° 22′ 8″; zijnde de gezochte breedte.

Dit antwoord verschilt iets met dat, hetwelk in § 255 is gevonden, dat in het min naauwkeurig bepalen der grootheden Q en P moet worden gezocht, berekenen wij deze onmiddellijk door hare formulen:

log. sin. Q = *log. sin.* $\frac{1}{2}$ *verloopenen tijd* + *log. cos. declinatie*, en
log. tang. P = *log. sec.* $\frac{1}{2}$ *verloopenen tijd* + *log. tang. declinatie*,

zoo verkrijgt men:

9,1131472 *log. sin.* $\frac{1}{2}$ *verl. tijd* $0^u\,29^m\,49^s,4$ *log. sec.* 0,0036875
9,9950723 » *cos. declin.* . . . 8° 36′ 53″,4 » *tang.* 9,1804144
9,1082195 *log. sin.* 9,1841019 *log.*
van 7° 22′ 16″ = Q. *tang.* van 8° 41′ 14″ = P.

Hiermede de berekening hervat, krijgen wij:

9,8437110 *log. cos.* $\frac{1}{2}$ som = 45° 45′ 6″,5 *log. sin.* 9,8551094
7,7774150 » *sin.* $\frac{1}{2}$ verschil = 0. 20. 35 ,5 » *cosin.* 9,9999922
0,8917833 » *cosec.* Q . . . = 7. 22. 16 » *sec.* 0,0036039
8,5129143 » *sin.* van . . . 1. 52. 1 » » 0,0002306°
9,8589361 *log.*

cos. van A = 43° 43′ 31″
Getal P = 8. 41. 14
52° 24′ 45″ *log. sin.* 9,8989569
0,0002306°
9,8987263 *log.*

sin. van 52° 22′ 23″ gelijk de breedte, die met de in § 255 gevondene breedte, waarin men mede eene gemiddelde declinatie gebruikt heeft, nagenoeg overeenkomt.

§ 259. Onder de formulen, voor het vinden van de breedte door twee hoogten, dient vooral ook genoemd te worden de methode van den verdienstelijken geleerde O. S. BANGMA, in leven onderwijzer der zeevaartkunde te *Amsterdam*. De regel tot die berekening is de volgende:

1°. *Bepaal op de gewone wijze den half verloopenen-tijd tusschen de twee hoogten, en verder de halve som* ($\frac{1}{2}$ S.) *en het halve verschil* ($\frac{1}{2}$ V.) *der hoogten; deze hoogten worden, des benoodigd, tot ééne en dezelfde plaats herleid.*

2°. *Tel te zamen: den log. cosec. van den* $\frac{1}{2}$ *verloopenen-tijd en den log. sec. der declinatie; neem hier van den boog in den log. cosec., noem dien* A *en bepaal den log. sec. van* A.

3°. *Neem den log. sin.* $\frac{1}{2}$ V., *tel dezen bij de laatst gevondene som, zoek de som, die men dan verkrijgt, in den log. sin. op, noem den boog* C; *bepaal den log. cosin.* C.

4°. *Tel te zamen: den log. sin.* $\frac{1}{2}$ S. *en log. sec.* A; *de som wordt in den log. sin. opgezocht, en voor dezen boog weder den log. cosin. genomen.*

5°. *Bij den log. sin. der declinatie voegt men log. sec.* A, *de som wordt in den log. sin. opgezocht, en voor deze den log. cosin. genomen.*

6°. *Neem de som der beide log*^{n}*. cosinussen in* 4° *en* 5° *gevonden met den log. cosin.* C; *verminder het character met* 25, *beschouw de som als een' gewonen log., bepaal van dien het getal, en noem dit* T.

7°. *Tel te zamen: de beide log*^{n}*. sinussen, waarvan in* 4° *en* 5° *de log*^{n}*. cosinussen genomen zijn, benevens den log. cosin.* $\frac{1}{2}$ V, *in* 1° *genoemd, verminder het character weder met* 25. *Bepaal ook van deze som, in de gewone logarithmen, het getal* D.

8°. *De som of het verschil van* T *en* D *is de sinus der breedte; neemt men de som, zoo is de breedte met de declinatie gelijknamig, moet men echter het verschil nemen, zoo is de breedte gelijknamig met de declin. als* D *het grootst is, en ongelijknamig, als zij het kleinst is. Of men de som of het verschil moet nemen, kan men altijd onmiddellijk uit de gegiste breedte afleiden.*

Passen wij dezen regel toe op het Voorb. van §§ 254 en 255, zoo heeft men:

☉s Hoogte 45° 24′ 31″
» » 46. 5. 42
som 91° 30′ 13″ en 45° 45′ 6″,5 = $\frac{1}{2}$ som,
verschil 0. 41. 11 » 0. 20. 35 ,5 = $\frac{1}{2}$ verschil,
en de half verloopene tijd = $0^u\,29^m\,49^s,4$.

Log. cosec. $\frac{1}{2}$ *verl. tijd* $0^u\,29^m\,49^s,4$ = 0,8868528
» *sec.* declinatie 8° 36′ 53″ = 0,0049276
log. cosec. 0,8917804 *log. sec.* = 0,0036039 (A)
» *sin.* $\frac{1}{2}$ verschil 0. 20. 35 ,5 = 7,7774150 » *cos.* = 9,9999922 (B)
log. sin. 8,6691954 » » = 9,9995262 (C)
» » $\frac{1}{2}$ som . 45. 45. 6 ,5 = 9,8551095 } *
+ { A = 0,0036039 }
» *sin.* declin. . 8. 36. 53 + { = 9,1754811
» » (*log. sin.* $\frac{1}{2}$ som + A) of * = 9,8587134 *log. cos.* = 9,8398466
» » (» » dec. + A) of + = 9,1790850 » » = 9,9949891
B = 9,9999922 4,8343619 *log.*
van 68291 = T
4,0377906 *log.* van 10909 = D
de som 79200 is

de *natuurlijke sinus* van 52° 22′ 22″, zijnde de ware noorder breedte.

§ 260. De methoden in de twee laatstvoorgaande §§ behandeld, worden *regtstreeksche methoden* genoemd, d. i., men maakt daarin geen gebruik van eene gegiste breedte. Onze landgenoot CORNELIS DOUWES heeft eene rekenwijze doen kennen, en bepaaldelijk daarvoor eenige kunstgetallen berekend. Zijne benaderings methode eischt eenige kennis van de breedte, die men eigenlijk wil berekenen; die eisch is echter ruim en eenige misgissing daarin heeft weinig invloed op de slotsom of de breedte, welke men wenscht te berekenen. De gemelde kunstgetallen zijn in Taf. IX onzer *Verzameling* opgegeven, en de regel van bewerking is in de verklaring dier Tafel medegedeeld.

Berekenen wij het te voren gegevene voorbeeld, ook door den regel van DOUWES en zijne Tafel IX, zoo hebben wij:

Tijdvereffening uit den *Almanak* den 12^n . . . . $= + 0^u\ 0^m 50^s$
de zonne of ware middag valt voor te . . . . $= \underline{0.\ 0.\ 0}$
dus is de ware middag in middelbaren tijd . . . . $= 0^u\ 0^m 50^s$
lengte-tijd, oost . . . . $= \underline{0.19.37,2}$
$23^u 41^m 12^s,8$
en dus het overeenstemmend oogenblik = den 11^n te $23^u,7$.

Den 11^n April is de zons declinatie, te 0^u, . . $= 8^\circ 15' 23'',1$
verand. in $1^u = 54'',93$ en in $23^u,7$ . . . . $= \underline{+21.41,8}$
en dus de zons N. declinatie op den waren middag $= 8^\circ 37' 4'',9$.

Gegiste breedte $52^\circ 23'$ *log. secans* 0,21440
☉^{s} noorder decl. 8. 37 » » . . . . $\underline{0,00493}$
0,21933 (A)

1^e waarneming te $11^u 18^m 37^s$ ☉^{s} H. $45^\circ 24' 31''$ *N. sin.* 71213
2^e » » $\underline{12.18.16}$ » » 46. 5.42 » $\underline{72049}$
verloop. tijd $= 0^u 59^m 39^s$ de *log.* van dit versch. $836 = 2,92221$
$\frac{1}{2}$ » » $= 0.29.50$ *log.* $\frac{1}{2}$ *verloopen tijd* . . . . $= \underline{0,88670}$
$\underline{0.12.14}$ » *middeltijd* . . . . $= 4,02824$
log. rijzingtijd $= 0^u 17^m 36^s = 2,46942$
getal A $= \underline{0,21933}$
het verschil 2,25009 is de *log.* van 178
nat. sinus der grootste hoogte $= \underline{72049}$
de som 72227 is
de *natuurlijke cos.* van ☉^{s} afstand. van top $= 43^\circ 45' 28''$
zons declinatie $= \underline{8.\ 37.\ 5}$
en dus de breedte $= 52^\circ 22' 33''$ N.

Indien de breedte, die men door DOUWES methode verkrijgt, meer dan 4′ of 5′ verschilt met de gegiste breedte, moet de berekening met die breedte hervat worden; dit noemt DOUWES eene *herhaling*. Bij die herhaling of benadering blijven echter eenige logarithmen onveranderd, die bij de berekening van zelve in het oog vallen.

§ 261. Deze methode heeft, vooral in lateren tijd, menigen scherpen en ongegronden aanval moeten ondervinden, en tot meer of min uitgebreide beschouwingen aanleiding gegeven. DOUWES zelf heeft eene uitvoerige Verhandeling over die methode geschreven, die te vinden is in de *Verhandelingen, uitgegeven door de Hollandsche Maatschappij der wetenschappen* te Haarlem, 1^e dl. In de voorrede van den 1^n druk zijner Tafelen zegt DOUWES, dat hij een werk onder handen had, waarin hij alles mede klaar gedemonstreerd had; van de uitgave van dat werk is mij niets bekend; welligt heeft DOUWES gemeend dit te kunnen nalaten, en later daarin weinig nut gezien. Deze methode heeft voorzeker met alle benaderingswijzen gemeen, dat zij niet altijd even spoedig de waarheid nadert, zelfs in een enkel geval, bij de herhalingen, daarvan afwijkt; zij heeft echter ontegenzeggelijke voordeelen, die haar boven de regtstreeksche methoden eene hooge waarde schenken. Zij wordt gemakkelijk in het geheugen bewaard; de grootheden of de kunstgetallen voor hare berekening kunnen allen zonder grooten omslag van interpolatiën uit Tafel IX genomen worden. In kortheid behoeft zij ook voor geene andere methode te wijken, loopt in de berekening altijd op gelijke wijze af, en het eenigste, of, bij het einde, de declinatie bijgeteld of afgetrokken moet worden, bij of van den afstand van het toppunt, zal wel steeds naar de gegiste breedte gemakkelijk te bepalen zijn. Eindelijk heeft DOUWES zelf zeer in het breede de omstandigheden bepaald en de grenzen doen kennen, binnen welke men zich voornamelijk dient te houden, om voor zijne methode de waarnemingen steeds in de gunstigste omstandigheden te doen blijven, en teregt zegt hij in den eersten druk van zijn werk, zijnde in 1761 uitgekomen: het is zeer opmerkelijk, dat gelukkig op zee, de waarnemingen meestal in de beste omstandigheden genomen worden.

§ 262. Tot nadere toepassing en oefening in de methoden van DOUWES en HAZEWINKEL zullen wij hier nog de volgende voorbeelden doen volgen. In elk derzelve wordt gevraagd, de breedte te berekenen door de methoden en tafels van DOUWES en door die van HAZEWINKEL.

Voorbeelden.

Nummer.	Gegiste breedte.	Declinatie.	Tijd der 1^e waarneming.	zons middelp. ware hoogte.	Tijd der 2^e waarneming.	zons middelp. ware hoogte.	Antwoorden volgens	
							DOUWES.	HAZEWINK.
1	49°59′N.	20°20′N.	$9^u\ 5^m 12^s$	44°35′	$10^u 49^m 28^s$	57°12′	50° 1′N.	50° 1′N.
2	48.26 N.	22 45 Z.	9.56. 0	13.33	1.50. 0	14 37	48.30 N.	48.30 N.
3	55.57 N	2.10 N.	8. 0.16	18. 8	10. 0. 0	31. 1	55.59 N.	55.59 N.
4	45 28 N.	23.20 N.	10. 5.44	58. 1	1.47.16	59. 1	45.25 N.	45.25 N.
5	34.20 Z.	7.12 N.	9.12.52	32 41	11.25.32	47.38	34.23 Z.	34.23 Z.
6	48.24 N.	23.27 N.	11.12. 0	62.49	2. 4. 0	56. 1	48.22 N.	48.21 N.

N°. 1 dezer voorbeelden geeft, naar aanleiding der voormelde methoden en de Tafelen IX en LVI, de navolgende oplossingen:

1°. Volgens DOUWES:

Geg. N. breedte = 49° 59′ *log. sec.* 0,19178
N. declinatie = 20. 20 » » 0,02794
0,21972 (A)

2ᵉ waarn. te 10ᵘ 49ᵐ 28ˢ $\odot$ˢ H. 57° 12′ *sin.* 84057 ✱
1° » » 9. 5. 12 » » 44. 35 » 70195
verl. tijd = 1ᵘ 44ᵐ 16ˢ 13862 *log.* . . = 4,14183
½ verl. tijd = 0ᵘ 52ᵐ 8ˢ *log.* ½ *verloopen tijd* . . . . = 0,64682
2. 2. 35 » *middeltijd* . . . . = 5,00837
1ᵘ 10ᵐ 27ˢ *log. rijz.* = 3,67095
(A) = 0,21972
3,45123 *log.* van 2826
84057 ✱
86883 *cos.* van 29° 41′
declinatie 20. 20
dus de N. breedte = 50° 1′.

2°. Volgens HAZEWINKEL:

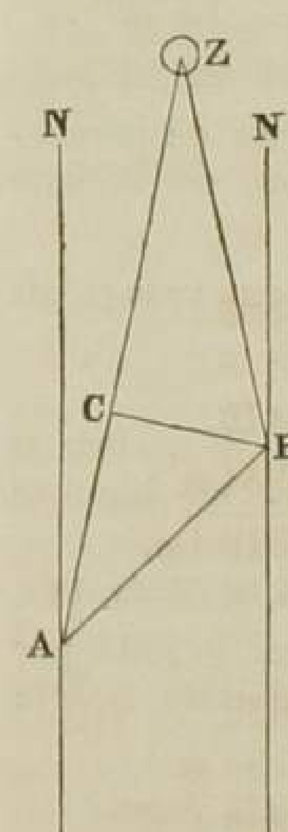
Tijden der waarn. = { 10ᵘ 49ᵐ 28ˢ
9. 5. 12
verloopen tijd = 1ᵘ 44ᵐ 16ˢ
½ » » 0ᵘ 52ᵐ 8ˢ.
$\odot$ˢ H. = 57° 12′
» » = 44. 35

9,7998839 *log. cos.* ½ som = 50° 53½′ *log. sin.* 9,8898363
9,0409142 » *sin.* ½ vers. = 6. 18½ » *cos.* 9,9973623
0,6744656 » *cosec.* Q 12. 13 » *sec.* 0,0099479
9,5152637 » *sin.* van 19. 7 » » 0,0246354 ✱
9,9217819 *log.*

cos. A = 33° 22′
P = 20. 49
54° 11′ *log sin.* 9,9089639
0,0246354 ✱
9,8843285 *log.*
sin. van 50° 1′ = de N. breedte.

§ 263. Even als bij DOUWES, in zijne *Zeemans Tafelen*, worden ook in de meeste werken, die over zeevaartkunde handelen, bij het vinden der breedte door hoogten, buiten den middag genomen, de gunstigste tijden voor die hoogten opgegeven. Bij de meerdere verbetering der werktuigen en Tafelen zijn, hetgeen ook reeds door anderen is opgemerkt, de grenzen ten deze meer en meer verwijd. In het algemeen neme men echter in acht, dat de waarnemingen niet te ver van den middag moeten vallen, en vooral niet meer dan 3 uren van den doorgang moeten verwijderd zijn, ook moet de verloopene tijd vier tot vier en een half uur niet te boven gaan. De grootste hoogte valle zoo na mogelijk aan den meridiaan, en is eene der hoogten vóór en de andere na den doorgang genomen, zoo zorge men, dat de uurhoek bij de grootste hoogte kleiner is dan de verloopene tijd tusschen de waarnemingen.

§ 264. Het is van belang te doen opmerken, dat men op een zeilend schip, de twee rijen hoogten, waaruit men, door een midden te nemen, de twee hoogten verkrijgt, die bij de berekening gebezigd worden, niet kan beschouwen, als of deze hoogten op ééne plaats zijn genomen. De vraag zoude dan natuurlijk zijn, welke breedte verkrijgt men, die van de plaats van de eene of die van de andere hoogte, en het is duidelijk, dat men noch de eene noch de andere verkrijgt. Men handelt hier het eenvoudigst, als men de hoogte, op de eene plaats genomen, herleidt, als of zij op die van de andere hoogte genomen was. Als nu de eene hoogte, bijv., in B en de andere in A is genomen, dan herleidt men die van B tot de plaats A, of die van A wordt herleid tot de plaats van B, en men heeft dan: de beide hoogten zijn in A of beide in B waargenomen, en men zal dan de breedte van A of B verkrijgen, naardat dan de beide hoogten tot de plaats A of tot die van B behooren.



Stel, men neemt twee hoogten, of twee rijen van hoogten, eene in A en eene in B; veronderstel verder, dat bij de hoogte in A tevens het azimuth der zon of de $\angle$NAZ is waargenomen, en men vervolgens van A naar B is gezeild, zoo heeft men: $\angle$NAZ is het zons azimuth, toen men de hoogte in A waarnam, de $\angle$NAB is de koers en AB de verheid tusschen de hoogte-metingen, en het verschil tusschen den koers en het azimuth $\angle$NAB − $\angle$NAZ = $\angle$ZAB; deze hoek wordt, in de *Verzameling*, *Herleidingshoek* (H*h*) genoemd. Verlangt men de hoogte in B genomen te herleiden naar de plaats A, zoo trekt men het azimuth $\angle$N′BZ af van den $\angle$N′BA, en dit geeft voor herleidingshoek de $\angle$ZBA. Trek nu uit B eene lijn BC loodregt op ZA, dan stelt AC de grootte voor van het verschil in de hoogten op een en hetzelfde oogenblik waargenomen in A en in B. Daar nu de hoogten vergrooten naarmate men de hemelligchamen nadert, zal dus, op hetzelfde oogenblik genomen, de hoogte in B grooter zijn dan in A en omgekeerd. Is de H*h*. ZAB scherp, zoo nadert men de zon, is die hoek, zoo als ZBA, stomp, zoo verwijdert men zich; in het eerste telt men dus de vereffening CA bij de hoogte in A, en in het tweede trekt men de vereffening af van de hoogte in B waargenomen. Is de H*h*. = 90°, zoo wordt de vereffening *nul*, en op beide plaatsen A en B zoude men op hetzelfde oogenblik even ver van de zon verwijderd zijn. Zeilt men tusschen de waarnemingen juist in de rigting *naar* of *van* de zon, en is dus Hh. = 0, dan is de vereffening in dat geval gelijk aan de gezeilde verheid, bijtellend of aftrekkend, naardat men tusschen de waarnemingen zich naar of van de zon bewogen heeft. Zie bl. 39 der *Verzameling*.

1e *Voorb.* Te $10^u\,12^m$'s morgens wordt voor zons hoogte gevonden $33^\circ\,12'$, en men peilt alstoen de zon in het Z. O. $\frac{1}{2}$ O., zeilt O. t. Z. $3\frac{3}{4}$ mijl tot $11^u\,40^m$ en vindt toen voor zons hoogte $39^\circ\,40'$, men vraagt de kleinste hoogte te herleiden tot de plaats der grootste? *Antw.* De gevraagde hoogte is $33^\circ\,25'\,12''$.

$\odot^s$ Peiling = Z. O. $\frac{1}{2}$ O. = $4\frac{1}{2}$ streek
koers van A tot B = O. t. Z. = 7 »
dus de herleidings hoek (of Hh) = $2\frac{1}{2}$ » = $28^\circ\,7\frac{1}{2}'$, en de verheid $3\frac{3}{4}$ mijl = $15'$; derhalve heeft men in den driehoek ABC bekend de zijde AB = $15'$, en men vindt AC, aldus:

rad. : AB = *cos.* Hh : AC
log. cos. Hh = 9,9454298
log. AB = 1,1760913
1,1215211 *log.* van $13',2$ = AC.

Het is gemakkelijk in te zien, dat men de vereffening ook door Tafel VII kan bepalen; men vindt onder den Hh = $2\frac{1}{2}$ streek naast de verheid 15 als boven 13,2.

En men heeft dus: zons hoogte in A waargenomen = $33^\circ\,12'\;\;0''$
vereffening voor de verandering van plaats . . . . . = + 13. 12
zons hoogte als in B waargenomen . . . . = $33^\circ\,25'\,12''$,

Met de beide hoogten $33^\circ\,25'\,12''$ en $39^\circ\,40'\,0''$ wordt nu de berekening voortgezet, en het is duidelijk, dat men door deze de breedte van de plaats B zal bekomen.

2e *Voorb.* Men heeft de volgende waarnemingen, en vraagt als voren?

Te $1^u\;\;3^m$, $\odot^s$ H. = $47^\circ\,22'$
» 2. 50, $\odot^s$ H. = 42. 14; $\odot^s$ azimuth Z. Z. W. $\frac{3}{4}$ W., er is gezeild tusschen de waarnemingen $1\frac{1}{4}$ mijl Z. O. *Antw.* De kleinste hoogte wordt na herleiding $42^\circ\,12'\,48''$.

3e *Voorb.* Te $10^u\,20^m\,10^s$, $\odot^s$ H. = $40^\circ\,10'\,14''$; $\odot^s$ azim. Z. Z. O. $\frac{1}{2}$ O.
» 0. 30. 14, $\odot^s$ H. = 47. 14. 16. Er wordt gezeild per wacht $5\frac{1}{4}$ mijl W. Z. W. *Vrage* als voren? *Antw.* De kleinste hoogte wordt $40^\circ\,8'\,8''$.

4e *Voorb.* Men heeft de volgende waarneming; *vrage* als voren?

Te $1^u\,10^m$, $\odot^s$ H. = $63^\circ\,12'\,15''$
» 2. 3, $\odot^s$ H. = 55 14. 6; $\odot^s$ azimuth $33^\circ\,45'$ bewesten het zuiden. Er zijn tusschen de twee tijden van waarnemingen verschillende koersen en verheden gezeild, die op de gewone wijze gekoppeld als algemeene koers en verheid in den tusschentijd geven: N. O. t. N., $2\frac{1}{4}$ mijl. *Antw.* De hoogte wordt $55^\circ\,23'\,6''$.

§ 265. Bij al het aangevoerde, betrekkelijk het vinden der breedte door twee hoogten en eene gemiddelde declinatie, zoude men ook tevens nog kunnen voegen eene aanwijzing, hoe de invloed van de verandering van declinatie tusschen de waarnemingen hier in rekening zoude gebragt kunnen worden. Van die aanwijzing zullen wij ons ter bekorting onthouden, en wel 1°. Omdat de invloed dezer verandering veelal gering is. 2°. Dat men bij waarnemingen, waarvan men de uitkomsten met naauwkeurigheid wenscht te bepalen, zich bedienen kan en moet van declinatiën, berekend voor de beide oogenblikken der hoogten, volgens § 254. 3°. Is dit onderwerp, voor hen, die iets desaangaande wenschen na te gaan, in onderscheidene werken genoegzaam uitvoerig behandeld; zie daaromtrent een werkje, dat ook de aandacht der zeelieden verdient, getiteld: *Zeemans Handleiding voor zijne berekening op zee*, enz., door den Heer J. G. ARBON, te *Rotterdam* bij de Wed. KRAP, bladz. 48.

§ 266. Het vraagstuk van het vinden der breedte door hoogten *vóór* en *na* den middag, die overeenstemmen of gelijk zijn, kan naar aanleiding van § 254 worden opgelost, en geeft die omstandigheid van gelijkheid in de hoogten aanleiding tot eenige aanmerkelijke bekortingen. In die veronderstelling wordt AH = Bh en dus ook TA = TB; nemen wij nu mede aan, dat de declinatie tusschen de waarnemingen weinig verandert of gelijk is, zoo zijn de △△ BPA en BTA gelijkbeenig en de helft van den hoek BPA is de half verloopene tijd, en dus gelijk aan den uurhoek der hemelligchamen bij het meten der hoogten, en hierdoor wordt het vraagstuk terug gebragt tot dat van § 252, het vinden der breedte door éénе hoogte en den tijd.

De Tafelen van DOUWES en HAZEWINKEL, op dit geval toegepast, geven mede aanleiding tot aanmerkelijke bekortingen, zoo als in de Verklaring onzer Tafelen, op bladz^n. 41 en 187, der *Verzameling* is aangetoond.

3°. *De breedte te vinden door gelijktijdige hoogten van twee hemelligchamen.*

§ 267. De methode om de breedte te bepalen door het gelijktijdige waarnemen der hoogten van twee hemelligchamen, is in de wijze van berekenen in schier niets onderscheiden van die, door twee hoogten van één hemelligchaam achtereenvolgend genomen. In de fig. van § 253 tot § 256 zijn dan A en B de twee hemelligchamen, op hetzelfde oogenblik waargenomen; de ∠ BPA is echter in dat geval niet de verloopene tijd, maar alsdan gelijk te stellen aan het *verschil van de regte opklimmingen van de twee hemelligchamen op het oogenblik van het meten hunner hoogten.* Tot het wel bepalen van den ∠TAP neemt men hier ook verder in acht, wat wij in § 256 daaromtrent voor twee hoogten van één hemelligchaam hebben aangevoerd.

1e *Voorb.* Den 27n Augustus 1840 wordt, op 41° Z. breedte en $17^\circ\,35'$ W. lengte, in de avondschemering, omstreeks te $6^u\,15^m$ waargenomen de hoogte van de ster *Arcturus* $19^\circ\,46'\,17''$ en de hoogte van *Antares* $74^\circ\,41'$; beide aan de westzijde van den meridiaan, het oog der waarnemers is 6 el boven het water verheven, en de index-correctiën — $12'',8$; *vrage* de breedte? *Antw.* De Z. br. is $40^\circ\,52'\,21''$.

Opgaven uit den *Almanak* voor den 18^n Augustus 1840.

Arctures R. opklimming =	$14^u\ 8^m\ 23^s,93$	en declin. N. =	20° 0′ 57″,8,
verandering in 10 dagen =	— 0 ,13	» =	— 0 ,5.
Antares R. opklimming =	16. 19. 39 ,72	» declin. Z. =	26. 4. 29 ,7,
verandering in 10 dagen =	— 0 ,16	» =	— 0 ,2.

De R. opklimming van *Antares* = $16^u\ 19^m\ 39^s,6$
» » » *Arctures* = 14. 8. 23 ,8
dus ∠ BPA = $2^u\ 11^m\ 15^s,8$.

De declinatie van *Antares* = 26° 4′ 29″,5 Z. en *Arctures* = 20° 0′ 57″,3 N.
90. 0. 0 — 90. 0. 0
dus PB = 63° 55′ 30″,5 en AP = 110° 0′ 57″,3.

Waargenom. hoogten *Arctures* = 19° 46′ 17″ *Antares* = 74° 41′ 0″
kimduiking en index-correctie = — 4. 33 ,3 . . . = — 4. 33 ,3
straalbuiging . . . . = — 2. 41 ,6 . . . = — 16 ,1
sters ware hoogten . . . . . = 19° 39′ 2″,1 = 74° 36′ 10″,6
en de complement-hoogten TA = 70. 20. 57 ,9 en TB = 15. 23. 49 ,4.

Volgens § 253 heeft men nu:

Cot. BP : *rad.* = *cos.* ∠ BPA : *tang.* Px,
log. R. + *log. cos.* ∠ BPA = 19,9244948
log. cot. BP = 9,6896232
10,2348716 *log. tang.* van 59° 47′ 20″ = Px
en de zijde AP = 110. 0. 57
dus Ax = 50° 13′ 37″.

Cos. Px : *cos.* Ax = *cos.* BP : *cos.* AB,
log. cos. BP = 9,6430056
» » Ax = 9,8060092
comp. » » Px = 0,2982701
9,7472849 *log. cos.* van 56° 1′ 29″ = AB.

Sin. Px : *sin.* Ax = *cot.* ∠ APB : *cot.* ∠ BAP,
log. sin. Ax = 9,8856916
log. cot. ∠ APB = 0,1905432
comp. log. sin. Px = 0,0633972
10,1396320 *log. cot.* van 35° 56′ 38″ = ∠ BAP.

Den ∠ TAB te vinden:
BT = 15° 23′ 49″
AT = 70. 20. 58 *compl. l. s.* 0,0260593
AB = 56. 1. 29 » » » 0,0812994
som = 141° 46′ 16″
$\frac{1}{2}$ som = 70° 53′ 8″
$\frac{1}{2}$ som—AT = 0. 32. 10 *log. sinus* 7,9711258
$\frac{1}{2}$ som—AB = 14. 51. 39 » » 9,4090402
som 17,4875247

. . . . som 17,4875247
$\frac{1}{2}$ som 8,7437624 *log. sin.* van 3° 10′ 40″
(2
en dus ∠ BAT = 6° 21′ 20″
∠ BAP = 35. 56. 38
en derhalve ∠ TAP = 29° 35′ 18″.

Eindelijk heeft men in den driehoek APT:

Cot. AT : *rad.* = *cos.* ∠ PAT : *tang.* Ay,
log. cos. ∠ PAT + *l. rad.* = 19,9393173
log. cotangens AT = 9,5527637
10,3865536 *log. t.* van 67° 40′ 32″ = Ay
en AP = 110. 0. 57
en dus Py = 42° 20′ 25″.

Cos. Ay : *cos.* Py = *cos.* AT : *sin.* PZ,
log. cos. AT = 9,5267045
» » Py = 9,8687372
comp. » » Ay = 0,4203869
9,8158286 *log. sin.* van 40° 52′ 21″;
zijnde de zuider breedte van de plaats der waarneming.

Voorbeelden tot Oefening.

2e *Voorb.* Den 20^n Januarij 1840 wordt, op 2° 25′ O. lengte, naar gissing op ruim 54° N. breedte, omstreeks 10^u 's avonds waargenomen de hoogte van de ster *Aldebaran* 51° 4′ en de hoogte van α in *Gemini* of *Castor* 57° 20′; de sterren staan west en oost van den meridiaan, en de som van hare azimuths is, volgens de bovenliggende pool gerekend, meer dan 180°. Als nu het oog der waarnemers 8,2 el boven het water verheven is, vraagt men de breedte van de plaats der waarneming? *Antwoord.* De bekomene N. breedte is 54° 24′.

Opgaven uit den *Almanak* voor den 11^n Januarij 1840.

Aldebarans regte opklimming	$4^u\ 26^m\ 46^s,31$	en declin. N.	16° 11′ 3″,8,
verandering in 10 dagen.	— 0 ,07	en	— 0 ,2.
Castors regte opklimming . .	7. 24. 25 ,33	en declin. N.	32. 13. 59 ,5,
verandering in 10 dagen.	+ 0 ,11	en	+ 0 ,6.

3e *Voorb.* Den 4^n Junij 1840 wordt te $1^u\ 55^m$ na den middag, op 4° 0′ 30″ O. lengte en op N. breedte, waargenomen ☾s onderrands hoogte 38° 3′ 10″, oost van den meridiaan, en ☉s onderrands hoogte 48° 32′ 10″, W. van den meridiaan, hebbende de sextanten achtereenvolgens de index-correctiën + 2′ 10″ en — 1′ 30″; het oog van de waarnemers is 8 el boven het water verheven, men vraagt de breedte van de plaats der waarneming? *Antw.* De bekomene breedte is 60° 34′ N. of 12° 34′ Z.

Opgaven uit den *Almanak* voor den 4^n Junij 1840.

Te 0^u ⊙'s R. opklimm.	$= 4^u\ 49^m\ 56^s,93$	en N. declinatie	$= 22°\ 29'\ 6'',6$,	
verandering in 1^u. . .	$= +\ 10,29$	en	$= +\ 16,7$.	
Te 0^u ☾'s R. opklimm.	$= 9.\ 0.\ 5,68$	en N. declinatie	$= 18.\ 43.\ 34,0$,	
» 3 » » »	$= 9.\ 6.\ 57,64$	en »	$= 18.\ 5.\ 14,0$.	
» 0 » ½ Middellijn.	$= 16'\ 3'',2$	en H. parallaxis	$= 58.\ 54,5$,	
verandering in 12^u. . . .	$= -\ 7,7$	en verand. in 12^u	$= -\ 27,9$.	
Zons ½ middellijn.	$= 15.\ 46,7$.			

4^e *Voorb.* Den 9^n October 1840, op 5° 3′ O. lengte, wordt waargenomen omstreeks $10^u\ 30^m$'s avonds de hoogte van de ster α van de Lier of *Wega* 18° 40′ en de hoogte van de ster *Alderamin* of α van *Cepheus* 45° 32′; de sterren staan aan de westzijde des meridiaans, en het azimuth van *Alderamin*, van de bovenliggende noordpool gerekend, is kleiner dan dat van *Wega*, en het oog der waarnemers is 10,2 el boven het water verheven; *vrage* de breedte? *Antw.* Men was op 30° 21′ N. breedte.

Opgaven uit den *Almanak* voor den 7^n October 1840.

Wega's regte opklimming	$= 18^u\ 31^m\ 32^s,93$	en N. declin.	$= 38°\ 38'\ 29'',7$,
verandering in 10 dagen	$= -\ 0,24$	. . . .	$= -\ 0,5$.
Alderamin's regte opklim.	$= 21.\ 14.\ 47,30$	» » »	$= 61.\ 54.\ 59,6$,
verandering in 10 dagen	$= -\ 0,38$	. . . .	$= +\ 1,9$.

4°. *De breedte te vinden door de hoogte van de poolster.*

§ 268. In de verklaring van Tafel XXVII der *Verzameling* worden de noodige regelen aangetroffen, om de breedte door de poolster te vinden. Nemen wij aan, dat die ster, zijnde de ster α van het sterrenbeeld van den kleinen Beer, zich juist in de verlengde as der aarde of in de noordpool bevond, zoo zoude men door het meten van de hoogte van die ster, en vervolgens door hare ware hoogte onmiddellijk ook de hoogte van de pool of de breedte van de plaats der waarneming verkrijgen, en eene eenvoudige hoogtemeting van die ster zoude alsdan genoegzaam zijn, om steeds de breedte van de plaats der waarneming te bepalen. De gezegde ster bevindt zich echter wel nabij doch niet in de pool; den 1^n Januarij 1850 is, bijv., haar afstand van de noordpool 1° 29′ 11″, en het is als met eenen straal, aan dezen afstand gelijk, dat zij eenen cirkel om de pool beschrijft, en dus is zij, in betrekking tot den horizon van eenen waarnemer, nu eens boven, dan eens beneden de pool; heeft men mitsdien op eenig oogenblik de noordpoolster boven den horizon, en vervolgens hare hoogte, en door toepassing van de hoogte-verbeteringen, de ware hoogte dezer ster bepaald, zoo is die hoogte gelijk aan de hoogte der pool, of iets meer of iets minder, al naar dat de ster in betrekking tot den horizon, zich naast of boven of iets beneden de pool bevindt. Men moet dus eene kleine *vereffening* aan die ware hoogte toebrengen, om uit deze tot de ware hoogte der pool of de breedte van de plaats dezer waarneming te besluiten; die *vereffening*, of dit meerdere of mindere der poolstershoogte, in betrekking tot de hoogte der pool, vindt men in voormelde Tafel der *Verzameling* met eene uitvoerige verklaring van hare berekening en gebruik. Wij zullen naar aanleiding dier Tafel en hare verklaring, de volgende voorbeelden nog ter opheldering en oefening mededeelen.

1^e *Voorb.* Den 18^n December 1850 wordt, te $11^u\ 10^m$'s avonds, de hoogte der poolster gevonden 59° 12′ boven den noordelijken horizon, het oog was 5 el boven het water verheven en de index-correctie — 2′; *vrage* de breedte? *Antw.* De N. breedte 58° 19′.

Op den 18^n Dec. 1850, is de ⊙'s regte opklimming	$= 17^u\ 44^m$
tijd aan boord na den middag	$= 11.\ 10$
	$28^u\ 54^m$
	$24.\ 0$
en dus de regte opklimming van den meridiaan . . .	$= 4^u\ 54^m$.

Geschotene hoogte der poolster	$= 59°\ 12'$
index-correctie	$-\ 2$
kimduiking	$-\ 3.58''$
refractie	$-\ 35$
en dus de sters ware hoogte	$= 59°\ 5'\ 27''$
Tafel XXVII, geeft voor 1^e Januarij 1850, . 48′ 23″ ; verand. tot December 1850 . . . . — 6	$-\ 48.\ 17$
	$58°\ 17'\ 10''$
verbetering door Tafel XXVII A	$1.\ 21$
en derhalve de noorder breedte	$= 58°\ 18'\ 31''$,

of gelijk aan 58° 19′.

Zie verder de verklaring der Tafelen XXVII—XXVII A, waar ook de formulen voor het berekenen dezer Tafelen gevonden worden.

2^e *Voorb.* Den 6^n September 1849, te $11^u\ 50^m$'s avonds, is de hoogte der poolster boven de noordelijke kim waargenomen 31° 35′, het oog 6,4 el en de index-correctie + 2′ 20″; *vrage* als voren? *Antw.* De N. breedte is 30° 17′.

3^e *Voorb.* Den 19^n December 1850, te $5^u\ 7^m$'s morgens, heeft men voor de hoogte der poolster 63° 20′; de index-correctie is — 3′ 10″, het oog 6,4 el; *vrage* als boven? *Antw.* De N. breedte is 64° 27′.

4^e *Voorb.* Op den 2^n Januarij 1850 heeft men, te $3^u\ 10^m$ na middernacht voor de poolsters hoogte 60° 10′, de index-correctie is + 2′ 10″ en het oog 5,4 el; *vrage* als boven? *Antw.* De N. breedte is 61° 11′.

ZESDE BOEK.

OVER HET VINDEN VAN DEN TIJD AAN BOORD.

EERSTE AFDEELING.

Over den tijd in het algemeen.

§ 269. De *tijd*, of de *maat van de during der voorvallen*, wordt afgeleid uit en bepaald door de omwentelings beweging van de aarde om hare as. Voor de maatschappelijke zamenleving en in het klein, wordt hij aangewezen door een *Tijdwerktuig*. In alle *tijdwerktuigen*, veelal *uurwerken* genoemd, is een der deelen van de vele, die te zamen het tijdwerktuig daarstellen, in eene gestadige beweging of *heen en weder slingering;* in de gewone staande uurwerken of in die, welke opgehangen kunnen worden op eene plaats, waar zij geene beweging van buiten ondergaan, noemt men dit deel *slinger;* in die, welke bewogen of gedragen kunnen worden, en waarin mitsdien van geenen slinger gebruik kan worden gemaakt, heet het *balans*. Deze slinger of balans is, na elke volbragte slingering, weder in denzelfden stand als vóór het begin der slingering, hervat alsdan op nieuw eene gelijke slingering, en gaat op die wijze steeds geregeld voort. De menigte raderen en het overige toestel in eenig uurwerk of klok dient nu voornamelijk om het aantal dier slingeringen te doen kennen. Zoo duidt, bijv., de secondewijzer aan, hoe veel slingeringen van eene seconde er door den slinger of balans, sedert een zeker oogenblik zijn gedaan, als de slinger namelijk, zoo als dikwerf plaats heeft, elke seconde ééne slingering volbrengt; de minuutwijzer geeft het getal te kennen, hoe veel maal zestig de secondewijzer is rond gegaan, enz., en het is op die wijze, dat men kleine of groote tijdruimten in maat of in grootte bepaalt. — Daar alle werktuigen, door menschen handen gemaakt, meer of min onvolkomen zijn, zoo zijn het ook de tijdwerktuigen, en, hoe vernuftig en kunstig ook zamengesteld, volmaakt in gang voor eenen langen tijd worden zij niet aangetroffen. — De aarde kan, door hare omwentelings beweging, zoo als reeds is aangeduid, als een groot tijdwerktuig aangemerkt worden; zij wentelt immers gestadig, en steeds met gelijke snelheid, om hare as? Het volbrengen van die omwenteling ontdekken wij, door het telkens zien terugkeeren der zon of eenig ander hemelligchaam in denzelfden stand in betrekking tot de aarde, of door het terugkeeren van hetzelfde meridiaanvlak aan dezelfde ster. Op het oogenblik, dat eenig meridiaanvlak aan een hemelligchaam komt, zegt men, dat dit hemelligchaam door den meridiaan gaat, en alsdan heeft de doorgang van dat hemelligchaam plaats. *Het verloop van twee op elkander volgende doorgangen, van dezelfde vaste ster door denzelfden meridiaan, wordt sterredag genoemd.* Welke vaste ster en welken meridiaan men in deze ook kiest, de sterredagen zijn allen even lang. De sterredag neemt een begin, op het oogenblik, dat het punt ♈ door den meridiaan gaat. Daar de regte opklimming der sterren ook van het genoemde punt *Aries* begint, en even als de tijd op den equator geteld wordt, zoo is het dus duidelijk, dat, als eene vaste ster aan den meridiaan van eenige plaats is, de sterretijd op dat oogenblik gelijk is aan de regte opklimming van die ster.

§ 270. Wordt de omloop van den meridiaan, of de duur tusschen twee opvolgende doorgangen niet volgens eene vaste ster, maar volgens de zon gerekend, zoo wordt het verloop een *zonnedag* genoemd; daar nu de zon mede eene vaste ster is, zoo zouden dus die dagen gelijk aan de sterredagen moeten zijn, dit heeft echter niet plaats. De aarde volbrengt in den tijd van een jaar haren elliptischen omloop om de zon; die verplaatsing der aarde is in betrekking tot de zon zeer goed merkbaar; bij den *grooten afstand der vaste sterren* is echter de gansche verplaatsing der aarde, zelfs in de uiterste punten van haren loopbaan, als eene onmerkbare stip en mitsdien in deze niet te bemerken! Het is dus gemakkelijk te begrijpen, dat, als de meridiaan van eenig punt der aarde weder aan de plaats komt, waar zich de zon den vorigen dag bij haren doorgang scheen te bevinden, de zon zich alsdan aldaar niet meer kan bevinden, want gedurende die omwenteling der aarde is deze nagenoeg *één graad* in haren weg om de zon gevorderd, en even zoo veel dus ook schijnbaar de zon; de meridiaan moet mitsdien nog zoo veel verder voortwentelen, als de aarde wezentlijk is voortgegaan, en hieruit volgt dan: dat de *sterre-* en *zonnedagen* niet even lang zijn. De sterren komen dus eerder tot den meridiaan terug, dan de zon; in tijd bedraagt dit dagelijks $3^m\ 55^s,91$ of nagenoeg 4^m, en daar de aarde in den tijd van een jaar den omloop om de zon volbrengt, zoo moet de versnelling in dien tijd dus juist 24^u bedragen, of, in een jaar gaat elke ster éénmaal meer door den meridiaan dan de zon.

§ 271. *De zonnedagen zijn onderling ongelijk in lengte.* De schijnbare beweging der zon is tegen den winter-zonnestand $1^\circ,02$ en tegen den zomer-zonnestand is zij $0^\circ,95$, enz., dit kan een verschil van 16^s in tijd bedragen. Ten andere is de schijnbare beweging der zon niet in de rigting van den equator, op welken de tijd geteld wordt, maar in die der ecliptica, dat al weder aanleiding tot onderling verschil in de lengte dezer dagen geeft; want al waren de bogen, die de zon dagelijks in de ecliptica aflegt, onderling even groot, dan nog zouden zij geene gelijke bogen op den equator bepalen. Alleen bij of in de zonne-standen is de ecliptica nagenoeg evenwijdig met den equator; bij kleine declinatie, dus als de zon nabij ♈ of ♎ is, maken de ecliptica en linie zelfs eenen hoek van ruim $23^\circ\ 27'$.

§ 272. Indien de zon zich in den equator bewoog, en steeds met gelijke snelheid voortging, zouden de dagen even lang zijn, en de zon elken dag gemiddeld $59'\ 8'',3$ afleggen, en met die hoeveelheid ook elken dag de regte opklimming der zon toenemen, deze gelijkmatig toenemende regte opklimming, draagt den naam van *middelbare zons* *regte opklimming;* de *ware regte opklimming* der zon, die ons door den *Almanak* voor elken dag wordt opgegeven, neemt, zoo als uit de verschillen blijkt, die mede in den *Almanak* worden gevonden, met ongelijke hoeveelheden toe. Nemen wij nu bij deze twee regte opklimmingen, namelijk bij de *middelbare* en *ware regte opklimming*, ter vereenvoudiging onzer denkbeelden en uitdrukkingen, ook twee zonnen aan, en noemen wij de eerste de *middelbare zon* en de tweede de *ware zon*, dan hebben wij, deze zonnen in het verste punt bij elkander stellende, al dadelijk bij de eene eene gelijk voortgaande, en bij de andere eene, te dien aanzien, vertragende zon, die echter daarna weder dagelijks op de andere zal versnellen. De twee zonnen verwijderen zich somtijds ruim 4° van elkander, dat dan tot een verschil in tijd van ruim 16^{m} aanleiding kan geven. Het verschil tusschen deze tijden, of tusschen de middelbare en ware regte opklimming der zon, wordt *tijdvereffening* genoemd, wier grootte voor elken dag, zoo als reeds in § 214 gezegd is, in den *Almanak* wordt opgegeven. De tijd, door die middelbare zon aangewezen, heet *middelbare zonnetijd* of eenvoudig *middelbare tijd;* hij is gelijk aan den waren zonnetijd, verbeterd voor de ongelijkheden, veroorzaakt door de gezegde schijnbare beweging der ware zon. Daar nu, dan eens het middelpunt der ware, dan eens dat der middelbare zon het eerst aan den meridiaan komt, zoo is het duidelijk, dat ook, nu eens de ware, dan weder de middelbare middag het eerst zal plaats hebben, en daar ook het verschil in terugkomst tot den meridiaan onderscheiden is, zoo zullen ook de dagen en gevolgelijk ook de deelen daarvan of de middelbare en zonnetijd onderscheiden in grootte zijn. Men vindt in den *Almanak* steeds in de kolom der tijdvereffening zelve opgegeven, of zij *bijgeteld* of *afgetrokken* moet worden, bij of van den eenen tijd, om daardoor den anderen tijd te verkrijgen.

§ 273. Wij hebben nu drie soorten van tijd doen kennen, namelijk, naar aanleiding van de omwenteling der aarde, gerekend naar eene vaste ster, den *sterretijd;* hij is regelmatig, en wordt veelal door de Sterrekundigen gebezigd. Ten tweede *zonne-* of *ware-tijd;* hij is ons alleen of voornamelijk in zoo verre voor dadelijke toepassing van dienst, dat wij, door hem en de tijdvereffening eindelijk den *middelbaren tijd* kunnen vinden.

Bij elk dezer drie soorten van tijden worden de dagen in 24^{u}, deze in 60^{m} en de minuten in 60^{s} en decimale deelen van deze verdeeld.

§ 274. Van de tijd- of de uurwerken eischen wij en te regt eenen zoo na mogelijk gelijken gang; wij kunnen dus alleen vorderen, dat zij gelijk loopen met den sterre- of met den middelbaren tijd; zijnde de zonnetijd ter vergelijking met de uurwerken, om zijne afwijkingen van geen onmiddellijk nut. Daar echter onze maatschappelijke bezigheden zich naar den loop van dag en nacht of dien der zon regelen, zoo kan men te dien aanzien zich niet van den sterretijd bedienen, want deze ondergaat, zoo als gezegd is, dagelijks eene versnelling van nagenoeg 4^{m}, dat al spoedig een te groot verschil ten gevolge zoude hebben. De middelbare tijd voldoet echter volkomen aan de behoefte van eenen gelijken tijd; hij is slechts hoogstens den waren zonnetijd

$\frac{1}{3}^{u}$ vóór of achter, en slingert als om die tijdruimte; daar en boven is hij volkomen eenparig en een goed uurwerk kan met dezen tijd steeds gelijken gang houden. Het is dan ook deze tijd, waarvan men zich eigenlijk in het algemeen bedient, en die thans, zoo geene bijzondere bepaling dit verandert, steeds bij elke tijdsopgave gedacht moet worden. Over de herleidingen dezer drie soorten van tijd is uitvoerig in de *Verzameling van Tafelen*, bij de verklaring van Taf. XLV, gehandeld, en wij zullen het daar behandelde hier verder als bekend veronderstellen.

§ 275. In de burgerlijke zamenleving stelt men het begin van den dag, als de zon te middernacht of te 12^{u} 's nachts door den beneden meridiaan gaat. De Sterrekundigen, de *Almanak* en dus ook de zeelieden in hunne zeevaartkundige berekeningen, stellen den dag te beginnen 12 uren later, als namelijk de zon door den boven meridiaan gaat. Of, in de gewone zamenleving begint de dagtelling 's nachts te 12^{u}, en de sterrekundige dag begint 12^{u} later of den volgenden middag. Verder tellen de Sterrekundigen in eens door tot 24^{u}, en niet, zoo als in het gewone leven, tweemalen twaalf. Heeft men, bijv., den 13^{n}, 4^{u} namiddag, zoo zullen de opgaven naar beide wijzen van tellen gelijk zijn, dat zij ook verder zullen blijven, tot middernacht, als wanneer de burgerlijke telling al dadelijk met den 14^{n} begint, terwijl de sterrekundige nog zal voorttellen tot den middag, enz., zie verder § 210.

TWEEDE AFDEELING.

Den tijd door enkele en overeenstemmende hoogten te bepalen.

§ 276. Om den tijd aan boord of op eenige plaats te berekenen, is de methode door de hoogten der hemelligchamen, die bereids eenigzins in § 192 is verklaard, voorzeker hoogst gemakkelijk en eenvoudig. Te dien einde vergelijkt men een horologie, dat men onmiddellijk bij de waarneming zal bezigen, met een' tijdmeter, zoo men een zoodanig tijdwerktuig aan boord heeft, en bepaalt daardoor met juistheid, hoeveel dat horologie, dat wij *waarnemings horologie* zullen noemen, *vóór* of *na* is op den tijdmeter, of op den tijd, dien men aan boord telt. Vervolgens neemt men eenige hoogten, bijv., vijf, tien, of zoo veel men zal verkiezen, en naardat deze langzaam of snel kunnen afloopen; bij elke hoogte teekent men tevens den tijd aan van het waarnemings horologie, en neemt men vervolgens een midden uit de hoogten en de tijden. Verder wordt de ware hoogte en de declinatie, voor het oogenblik der waarneming, berekend. Daar nu de breedte als bekend wordt aangenomen, zoo heeft men dan in den driehoek STP, van § 192, de drie zijden, als ST, het *complement der hoogte*, TP, het *complement der breedte*, SP, den *poolsafstand* bekend, en de hoek SPT of de uurhoek, dien wij door U zullen aanduiden, kan door de gewone regelen van § 102 of § 192 berekend worden; meer algemeen volgt men echter ééne der twee volgende formulen, als:

$$1^\circ.\quad Sin.\,\tfrac{1}{2}\,U = \sqrt{\frac{cos.\,\frac{1}{2}(H + br. + D)\,sin.\,\frac{1}{2}(br. + D - H)}{cos.\ br.\ sin.\ D}},\ \text{of}$$

$$2^\circ.\quad sin.\,versus\,U = \frac{cos.\ (br.\ \pm\ d) - sin.\ H}{cos.\ d.\ cos.\ br.}.$$

In deze is H de ware hoogte, *br.* de breedte, D de poolsafstand en *d* de declinatie. Zie overigens de verklaring der *Verzameling van Tafelen*, bladz. 113.

In de laatste formule, die den bekenden regel voor den uurhoek naar DOUWES methode oplevert, neemt men in den term $(br. \pm d)$ het teeken +, als de breedte en declinatie ongelijknamig en —, als deze gelijknamig zijn. In DOUWES Tafelen is, blijkens de verklaring van Tafel IX, de zoogenoemde *log. rijzing-tijd* niets anders dan de gewone *log. sin. versus.*

Voorb. Den 1^n Augustus 1844 zijn, op 52° 22′ 39″ N. breedte en 4° 54′ 17″,6 O. lengte, 's morgens de hier na te noemen waarnemingen gedaan; de sextant had eene index-correctie van — 0′ 50″, de hoogte van het oog des waarnemers was 4,2 el, de barometer wees 788 strepen, de thermometer + 51° FAHRENHEIT, en bij de waarneming is gebruikt een *waarnemings horologie*, dat op den tijdmeter *vóór* was $2^m\ 2^s$; *vrage* den middelbaren tijd en hoeveel de tijdmeter *vóór* of *na* was? *Antw.* De middelbare tijd aan boord was $8^u\ 29^m\ 56^s$,2 en de tijdmeter was *vóór* $1^m\ 39^s$,6.

Aanteekening uit den *Almanak* voor 1844, den 31 Julij, te 0^u.
$\odot^s$ Halve middellijn = 0° 15′ 47″,0.
$\odot^s$ N. declinatie .. = 18. 12. 23, verand. in 1^u = — 37″,6.
Tijdvereffening, *aftr. van den middelb. tijd* = $6^m\ 3^s$,15, verand. in 1^u = — 0^s,144.

Tijden volg. het waarn. horol.	$\odot^s$ onderr. gesch. hoogten
$8^u\ 32^m\ 36^s$	35° 32′ 43″
33. 10	37. 27
33. 42	42. 19
34. 7	45. 52
34. 34	49. 44
$166^m\ 129^s$	205′ 185″
5)	5)
gegiste tijd $8^u\ 33^m\ 37^s$,8	35° 41′ 37″
horol. vóór 2. 2	vereffening — 50
gegiste tijd $8^u\ 31^m\ 35^s$,8	35° 40′ 47″

kimduik., Tafel XVII — 3′ 38″,0
$\odot^s$ ½ middellijn. . . . . + 15. 47 ,0 } + 12. 9″
35° 52′ 56″,0

refr. voor 35° 52′,9, Tafel XX, = 1′ 20″,5
barometer, Tafel LI, ... = + 3 ,0
thermometer, » LII, ... = — 0 ,2
parallaxis, » XXI, ... = 6 ,8
— 1′ 16″,5 — 1. 16 ,5

$\odot^s$ ware middelpunts hoogte = 35° 51′ 39″,5.

De gegiste middelbare tijd, aan boord bij de waarneming, is, den 1^n Augustus 's morgens, te $8^u\ 31^m\ 35^s$,8
zijnde na den middag van den 31^n Julij te 20. 31. 35 ,8
lengte-tijd, oost, ... = 0. 19. 37 ,2
$20^u\ 11^m\ 58^s$,6, zijnde gelijk den 31^n Julij, te 20^u,2.

Den 31^n Julij, te 0^u, $\odot^s$ N. declinatie = 18° 12′ 23″
verand. in 1^u = 37″,6 en in 20^u,2 . = — 12. 40
$\odot^s$ declinatie N. . . . . = 17° 59′ 43″
90. 0. 0
$\odot^s$ pools afstand . . . . = 72° 0′ 17″.
Den 31^n Julij, te 0^u, tijdvereffening = $6^m\ 3^s$,15
verand. in 1^u = 0^s,144 en in 20^u,2 . = — 2 ,91
en derhalve de tijdvereffening . . . . = $6^m\ 0^s$,24, bijtellend bij den waren tijd.

In de aangehaalde figuur van § 192 heeft men alsnu bekend: TS = 54° 8′ 20″, TP = 37° 37′ 21″ en SP = 72° 0′ 17″, en men vindt voor den uurhoek of den ∠ SPT:

TS = 54° 8′ 20″
PS = 72. 0. 17 *log. cosec.* 0,0217820
TP = 37. 37. 21 » » 0,2143455
som = 163° 45′ 58″
½ som = 81. 52. 59
½ som — PS = 9. 52. 42 *log. sin.* 9,2344073
½ som — TP = 44. 15. 38 » » 9,8438071
som = 19,3143419
½ som = 9,6571709 *log. sin.* van $1^u\ 48^m\ 2^s$,0
(2
en dus ∠ SPT of de uurhoek = $3^u\ 36^m\ 4^s$,0
12. 0. 0
en dit geeft voor den zonne of waren tijd $8^u\ 23^m\ 56^s$,0
tijdvereffening, *bijtellend*, = 6. 0 ,2
en derhalve de middelbare tijd bij de waarneming = $8^u\ 29^m\ 56^s$,2
gegiste tijd op het horologie aan boord . . . . . = 8. 31. 35 ,8
en dus het horologie of de tijdmeter aan boord vóór $1^m\ 39^s$,6.

Volgens de twee andere formulen heeft men:

Ten eerste:

Hoogte = 35° 51′ 40″
poolsafstand = 72. 0. 17 *log. cosec.* 0,0217820
breedte = 52. 22. 39 » *sec.* 0,2143455
som = 160° 14′ 36″
½ som = 80° 7′ 18″ » *cos.* 9,2344073
½ som — hoogte = 44. 15. 38 » *sin.* 9,8438071
19,3143419
2)
9,6571709 *log. sin.* van
$1^u\ 48^m\ 2^s$,0, gelijk den halven uurhoek als boven.

Ten tweede, volgens DOUWES *methode:*

Noorder breedte $= 52° 22' 39''$ *log. secans* 0,21435
» declin. $= 17. 59. 43$ » » 0,02178
midd^s. zon van het topp. $= 34° 22' 56''$ *nat. cos.* 82529
zons ware hoogte $= 35. 51. 40$ » *sin.* 58582
log., uit Tafel I, voor $23947 = 4{,}37925$
4,61538 is,
volgens Tafel IX, de *log. rijzing* van $3^u 36^m 4^s$ = de uurhoek.

§ 277. In eenen wiskundigen zin zijn alle hoogten of waarnemingen van gelijke waarde; daar het echter voor den mensch niet mogelijk is, het volkomene te bereiken, of, met hoe veel zorg ook de werktuigen zijn vervaardigd, en hoe ook de observateur geoefend zij, kleine feilen of onnaauwkeurigheden zullen wel steeds bij alle waarnemingen blijven bestaan, en niet ligt anders dan als toevallig geheel kunnen worden ontgaan. Die onnaauwkeurigheden, veroorzaakt door de werktuigen en het waarnemen, hebben echter bij gelijke grootte, in alle omstandigheden, niet even grooten invloed op de uitkomsten der berekening. Van daar nu, dat men spreekt van *de gunstigste omstandigheid* of *van den gunstigsten tijd voor eene waarneming*. Geeft, bijv., eene feil van a seconden in hoogte te 5^u, op eenige plaats genomen, 10^s verschil in den uurhoek, en a seconden bij eene hoogte, om 2^u genomen, een verschil van 24^s, zoo is het duidelijk, dat het te 5^u een gunstiger tijd is, om de hoogten voor het bepalen van den tijd te nemen, dan te 2^u; of, in het algemeen, die tijden zijn de gunstigste, wanneer, bij gelijke feilen in de waarnemingen, de geringste invloed op de uitkomsten daardoor is te verwachten, en die zijn voor de tijdhoeken, als het hemelligchaam zich in het O. of W. of in den eersten verticaal bevindt, of bij deze zoo na mogelijk wordt waargenomen.

Om nu door de hoogten van eenig hemelligchaam den uurhoek te berekenen is die de gunstigste, als het hemelligchaam, waarvan men de hoogte meent te nemen, zich op die hoogte bevindt, waarbij de standhoek TSP (§ 192) 90° is; als ook, als het hemelligchaam door den eersten verticaal gaat of het azimuth 90° groot is. Zijn declinatie en breedte ongelijknamig, zoo komt het hemelligchaam niet tot den eersten verticaal; de gunstigste tijd is dan kort na de opkomst, echter neemt men geene hoogten kleiner dan 7 à 8°, om niet weder in eene onregelmatige straalbuiging te vervallen. Is de breedte met de declinatie gelijknamig en even groot, zoo komt het hemelligchaam eerst in den meridiaan in den eersten verticaal, en is mitsdien de gunstigste tijd dan, als het hemelligchaam zich nabij den meridiaan bevindt.

§ 278. In het vraagstuk boven, in § 276 behandeld, hebben wij den zonne tijd door eene zons hoogte gevonden. De uurhoek der zon geeft even als die van andere hemelligchamen te kennen: hoe ver zij bij de waarneming nog van den meridiaan is, of hoe veel tijd zij er reeds door is. Daar nu de zon steeds op den middag of te 12^u door den meridiaan gaat, *zoo erlangen wij dus door den zons uurhoek hoe veel het bij eene waarneming nog vóór of na den middag was.* — De overige hemelligchamen

gaan niet altijd te gelijk met de zon door den meridiaan, en dus moet de uurhoek dier hemelligchamen, niet als bij de zon bepaaldelijk op 12^u, maar op den tijd van doorgang toegepast worden, of door den sterre- of maans-uurhoek en de regte opklimmingen van zon en maan moet de zonnetijd in deze bepaald worden. Heeft men nu den uurhoek van eene ster, planeet of maan berekend, zoo erlangt men den zonnetijd door deze formule:

Zonnetijd = de regte opklimming van het hemelligchaam
— ⊙^{s} regte opklimming ± den uurhoek.

De regte opklimmingen moeten beide berekend worden voor het oogenblik der waarneming; indien de ⊙^{s} R. opklimm. grooter is dan die van het andere hemelligchaam, moet de R. opklimm. van het laatste met 24^u vermeerderd worden. Is het hemelligchaam west van den meridiaan, zoo bezigt men het teeken + en anders het teeken —; of, men telt den uurhoek bij als het hemelligchaam door den meridiaan is, en nog niet door den meridiaan zijnde, trekt men den uurhoek van het gezegde verschil der regte opklimmingen af. Zie verder de Verklaring van de *Verzameling van Tafelen*, bl. 116.

1^e *Voorb.* Den 26^n December 1851, op $48° 13'$ N. breedte, was de gemiddelde tijd van eenen chronometer $6^u 10^m 12^s$'s morgens, en was hij toen *na* op den middelbaren tijd van *Greenwich* $2^m 16^s$; de gemiddelde hoogte van het middelpunt der planeet *Mars* was op dat oogenblik $37° 17' 40''$, west van den meridiaan; men vraagt den middelbaren tijd aan boord, zijnde de hoogte van het oog, gedurende deze waarneming 7 el en de index-correctie van het instrument $— 2' 45''$? *Antw.* De middelb. tijd aan boord was $6^u 36^m 20^s{,}56$.

Tijd volgens den Tijdmeter,
den 25^n te . . . . $18^u 10^m 12^s$
de tijdmeter *na* op *Greenwich* $2. 16$
tijd te *Greenwich* . . . . $= 18^u 12^m 28^s$;
overeenkomende met den 25^n
te $18^u{,}21 = 0^d{,}7587$.

Aanteekening uit den Almanak voor 1851.
Den 21^n te 0^u *Mars* horiz. parall. $11''{,}2$,
verandering in 5 dagen . . . . $+ 0{,}4$.
Den 25^n, te 0^u, ♂^{s} R. opklimm. $9^u 7^m 18^s{,}7$,
verandering in 24^u . . . . — $31{,}7$,
en N. decl., den 25^n, te 0^u, $20° 16' 30''$,
en hare verandering in 24^u. + $4. 56$.
Den 25^n, te 0^u, ⊙^{s} R. opkl. $18^u 13^m 47^s{,}8$,
verandering in 1^u . . . . $11{,}10$.
en Tijdvereffening, den 25^n + $0. 11{,}32$,
en hare verandering in 1^u + $1{,}249$.

♂^{s} Geschotene hoogte . . . . . . $37° 17' 40''$
correctie Instrum. $— 2' 45''$
kimduik. T. XVII. $— 4\ 41{,}4$ } $— 7. 26{,}4$
♂^{s} schijnbare hoogte . . . . . $= 37° 10' 13''{,}6$
horiz. verschilzigt $11''{,}6$
geeft verschilz. in h. $+ 9{,}3$
straalb. v. $37° 10',2 — 1' 16{,}7$ } $— 1. 7{,}4$
Mars ware middelp. hoogte $= 37° 9' 6''{,}2$.

Den 27^n te 0^u is de Tijdvereff. $= 0^m 11^s{,}32$
verand. in $1^u = + 1^s{,}249$ en
in $18^u{,}21$ . . . . $= 22{,}74$
derhalve de Tijdv., *bijtellend*, $= 0^m 34^s{,}06$.

♂^{s} N. Declin. te 0^u van den 25^n $20° 16' 30''$
verand. in $1^d = 4' 56''$, en
in $0^d{,}7587$ . . . . $= + 3. 44{,}6$
N. declinatie van ♂ . . . . $= 20° 20' 14''{,}6$
$90. 0. 0$
dus de poolsafstand van ♂ $= 69° 39' 45''{,}4$.

☉ˢ R. opklimming te $0^u = 18^u\, 13^m\, 47^s,8$
verand. in $1^u = 11^s,10$
en in $18^u,21$ .... $= +\ 3.\ 22\ ,1$
☉ˢ R. opkl. bij de waarn. $= 18^u\, 17^m\ 9^s,9.$

♂ˢ R. opkl. te 0^u van den $25^n = 9^u\ 7^m\ 18^s,7$
verand. in $1^d = -\ 31^s,7$
en in $0^d,7587$ .... $= -\ 24\ ,1$
R. opklimming van *Mars* $= 9^u\ 6^m\ 54^s,6$
» » der ☉... $= 18.17.\ 9\ ,9$
dus ♂ˢ R.opk. min ☉ˢ R.opk. $= 14^u 49^m\ 44^s,7.$

Ware hoogte der planeet $= 37°\ 9'\ 6''$
poolsafstand » » $= 69.\ 39.\ 45$ *compl. log. sin.* 0,0279538
breedte der plaats..... $= 48.\ 13.\ 0$ » » *cos.* 0,1763200
som $= 155°\ 1'\ 51''$
2)————
$\frac{1}{2}$ som $= 77°\,30'\,55'',5$, *log. cosinus* 9,3348093
$\frac{1}{2}$ som — de hoogte $= 40.\ 21.\ 49\ ,5$ » *sinus*.. 9,8113323
19,3504154
2)————
9,6752077 *log. sin.* van $1^u\,53^m\ 0^s,90$

derhalve is de uurhoek van de planeet.......................... $= 3^u 46^m\ 1^s,80$
♂ˢ R. opklimming *min* de ☉ˢ R. opklimming.................. $= 14.\ 49.\ 44\ ,70$
en dus de zonne of ware tijd op het oogenblik der waarneming $= 18^u 35^m 46^s,50$
tijdvereffening op dit oogenblik.............................. $= +\ 0.\ 34\ ,06$
en derhalve is de middelbare tijd bij de waarneming........... $= 18^u 36^m 20^s,56.$

Op gelijke wijze kan men door eene sters of maans hoogte den tijd aan boord bepalen. Het oogenblik der waarneming is, dewijl dit hier juist gevraagd wordt, niet dan bij gissing bekend; mogt het nu bij de uitkomst der berekening blijken, dat de gegiste tijd veel van den berekenden tijd verschilt, zoo herhaalt men de bewerking met dien berekenden tijd en den daardoor meer naauwkeurig te verkrijgen tijd op *Greenwich*. Deze meerdere uitvoerigheid, die bij de maan vooral in aanmerking kan komen, gevoegd bij het moeijelijke van het juist meten van eene maans hoogte bij nacht, zijn als de redenen aan te merken, dat de zeeman den tijd zeldzaam door eene maans hoogte tracht te bepalen.

§ 279. De volgende voorbeelden kunnen hier verder ten leidraad en oefening strekken.

1ᵉ *Voorb.* Den 8^n October 1851, op 48° 3′ N. breedte, wees een tijdmeter $7^u\,54^m\,14^s$'s namidd., en was hij toen op *Greenw. vóór* $2^m\,26^s$; de hoogte van den onderrand der maan was 22° 27′ 35″, oost van den meridiaan, de hoogte van het oog 5,3 el en de index-correctie — 2′ 45″; *vrage* den middelbaren tijd aan boord? *Antw.* De middelb. tijd aan boord was $7^u\,49^m\,19^s,98$.

Aanteekening uit den Almanak voor 1851.

Den 8^n te ... $7^u\,54^m\,14^s$
tijdm. was *vóór* 2. 26
tijd te *Greenw.* $7^u\,51^m\,48^s$,
overeenkomende met den 8^n te $7^u,86$ of $0^d,3275$.

Den 8^n, te 0^u, ☾ˢ $\frac{1}{2}$ middell. 14′ 43″ en verschilzigt..... 54′ 0″,
verandering in 12^u..... + 1 .... + 3.
Den 8^n, te 6^u, ☾ˢ declin. 4° 54′ 11″ Z. en R. opkl. $0^u\ 0^m\,30^s,0$,
verandering in 3^u.... —32.38 .... 5. 32 ,3.
Den 8^n, te 0^u, ☉ˢ R. opkl. $12^u\,53^m\,47^s,0$ en Tijdv. — $12^m\,18^s,07$,
verandering in 1^u....... + 9 ,17 .... + 0,691.

☾ˢ Geschotene hoogte..... $= 22°27'35''$
index-correctie .... — 2′45″
kimduiking .... — 4. 4 ,9
☾ˢ $\frac{1}{2}$ M., den 8^n,
te 0^u.... $= 14'43'',0$
verand.
in $7^u,86$.. = + 0 ,7
vermeerd.
Taf. XXII = + 5 ,3
vermind.
T. XXIV = — 1 ,8
☾ˢ schijnb.
$\frac{1}{2}$ middell. 14′47″,2 + 14.47 ,2
7′57″,3 + 7.57 ,3
☾ˢ schijnb. midd. punts hoogte 22°35′32″,3.
parall. den 8^n te 0^u = 54′ 0″
verand. in 12^u = +3″
dus in $7^u,86$....... = + 2 ,0
vermind. Taf. XXIII — 5 ,8
ware horiz. verschilz. 53′56″,2
voor dit versch. en de schijnb. hoogte van 22° 35′,54 heeft men, door Taf. XXV, ... + 47.29 ,7
☾ˢ ware middelpunts hoogte.. 23°23′ 2″,0.

Den 8^n te 6^u ☾ˢ declinatie = 4° 54′ 11″,0 Z.
verand. in 3^u = 32′ 38″;
dus in $1^u\,51^m\,48^s$....... = — 20. 16 ,1
maans declinatie....... = 4° 33′ 54″,9 Z.
90.
poolsafstand der maan.. = 94° 33′ 54″,9.

Den 8^n, te 6^u, ☾ˢ R. opkl. $= 0^u\ 0^m\,30^s,0$
verand. in $3^u = 5^m\,32^s,3$
en in $1^u\,51^m\,48^s$ .... = 3. 26 ,4
☾ˢ R. opklimming..... $= 0^u\ 3^m\,56^s,4.$

Den 8^n, te 0^u, ☉ˢ R. opkl. $= 12^u\ 53^m\ 47^s,0$
verand. in $1^u = 9^s,17$
en in $7^u,86$............ = + 1. 12 ,1
☉ˢ R. opklimming...... $= 12^u\,54^m\,59^s,1.$

Tijdvereffen., te 0^u, den $8^n = 12^m\ 18^s,07$
verand. in $1^u = +\ 0^s,691$
dus in $7^u,86$.............. = + 5 ,43
tijdvereffening, *aftrekkend*, $= 12^m\ 23^s,50.$

☾ˢ Ware hoogte......... 23° 23′ 2″
breedte .... 48. 3. 0 *log. sec.* 0,1749104
pools afstand........... 94. 33. 55 » *cosec.* 0,0013801
som................. 165° 59′ 57″
$\frac{1}{2}$ som................ 82° 59′ 59″ » *cosin.* 9,0859116
$\frac{1}{2}$ som — de hoogte ..... 59. 36. 57 » *sinus* 9,9358364
19,1980385
2)————
9,5990193 is de *l. sin.*

van $1^u\,33^m\,36^s,91 = \frac{1}{2}$ uurhoek, en dus de maans uurhoek $= 3^u\ 7^m\ 13^s,82$
☾ˢ R. opklimming .... $0^u\ 3^m\ 56^s,4$ }
☉ˢ » » .... 12. 54. 59 1 } verschil.. = 11. 8. 57 .30
zonne of ware tijd .... $= 8^u\ 1^m\,43^s,48$
Tijdvereffening, *aftrekkend*, ... = 0. 12. 23 ,50
en mitsdien de middelbare tijd aan boord bij de waarneming $= 7^u\,49^m\,19^s,98.$

2ᵉ *Voorb.* Den 16^n Augustus 1851, op 36° 30′ N. breedte en 152° lengte O., het oog 5,8 el, barometer 765 strepen, thermometer 73° FAHR., is te $4^u\,46^m\,6^s,4$'s namiddags waargenomen de ☉ˢ hoogte 23° 50′ 24″; *vrage* hoeveel het horologie of de tijdmeter *vóór* of *na* was? *Antw.* De tijdmeter was *vóór* $0^m\,52^s,15$.

Aanteekening uit den Almanak voor 1851.

Den 11^n Augustus ☉ˢ $\frac{1}{2}$ middellijn..... 15′ 48″,5,
Den 16^n » .... 15. 49 ,3.
Den 15^n » te 0^u, ☉ˢ declinatie 14° 11′ 1″ N., tijdvereffening + $4^m\,19^s,37$,
verandering in 1^u .... — 46″,9 .... — 0 ,486.

3ᵉ *Voorb.* Den 14^n Maart 1851, op 16° 23′ 50″ N. breedte en 99° 30′ lengte W., het oog 6,4 el, index-correctie — 2′ 50″, barometer 753 strepen, thermometer 23° C., was te $18^u\,53^m\,48^s,6$ waargenomen de ⊙ˢ hoogte $10^\circ 36' 10''$; *vrage* hoeveel de tijdmeter verschilde met den M. tijd aan boord? *Antw.* De M. tijd aan boord was $18^u 56^m 26^s$, en dus het horologie *na* $2^m 37^s,4$.

Aanteekening uit den Almanak voor 1851.

Den 11^n Maart ⊙ˢ ½ middellijn .. 16′ 6″,7 en den 16^n....... 16′ 5″,4.
Den 15^n Maart, te 0^u, ⊙ˢ declinatie 2° 15′ 9″ Z., tijdvereffening $+ 9^m 13^s,41$,
verand. in 1^u..................... — 59 ,2 .... — 0 ,721.

4ᵉ *Voorb.* Den 6^n Januarij 1851, op 18° 18′ N. breedte en 55° 45′ lengte W., is waargenomen de hoogte van *a* van den kleinen Hond (*Procyon*) 24° 0′ 0″ west van den meridiaan; het horologie wees bij de waarneming $4^u 55^m 43^s,6$'s morgens, het oog $18^v 6^d$ Rijnl., barometer $30^d,12$ Rijnl., thermometer 75° FAHR. Hoe veel was de tijdmeter *vóór* of *na*? *Antw.* De tijdmeter was *na* $1^m 5^s,13$.

Aanteekening uit den Almanak voor 1851.

Den 5^n Januarij, te 0^u, ⊙ˢ R. opkl. $19^u 3^m 31^s,3$, tijdvereffening $+ 5^m 35^s,22$,
verand. in 1^u..................... + 10 ,97 .... + 1 ,117,
Den 1^n Januarij ✳ˢ R. opklimm. $7^u 31^m 30^s,3$, declinatie N. 5° 36′ 5″.

5ᵉ *Voorb.* Den 22^n April 1851, op 42° 10′ 30″ N. breedte wees een tijdmeter $9^u 8^m 46^s$ nam., en was toen *vóór* op *Greenwich* $5^m 16^s$, de gemiddelde hoogte van *a* in *Bootes* (*Arcturus*) was toen 36° 54′ oost van den meridiaan, de index-correctie is + 3′ en het oog 7 el, *vrage* den middelbaren tijd, als ook hoeveel de tijdmeter *vóór* of *na* was? *Antw.* de middelb. tijd aan boord was $8^u 16^m 9^s,44$, dus de tijdmeter *vóór* $52^m 36^s,56$.

Aanteekening uit den Almanak voor 1851.

Den 22^n April, te 0^u, ⊙ˢ R. opkl. $1^u 58^m 18^s,3$, tijdvereffening — $1^m 28^s,97$,
verand. in 1^u.................... + 9 ,35 .... + 0 ,502.
Den 22^n April ✳ˢ R. opklimm... 14^u $8^m 53^s,1$, declinatie N. 19° 57′ 33″.

6ᵉ *Voorb.* Den 28^n Januarij 1851, op 22° 16′ Z. breedte en 72° 30′ lengte W. is te 16^u 29^m waargenomen de hoogte van het middelpunt van *Venus* te zijn 24° 40′ 10″ oost van den meridiaan, het oog 5,3 el; *vrage* hoeveel de tijdmeter *vóór* of *na* was? *Antw.* *na* $0^u 0^m 53^s,78$.

Aanteekening uit den Almanak voor 1851.

Den 26^n, te 0^u, *Venus* equat. horiz. verschilzigt 19″,1,
verand. in 5^d........................... — 1 ,4.
Den 28^n, te 0^u, ♀ˢ R. opklimm. $17^u 40^m 27^s,5$, ♀ˢ declinatie Z. 18° 13′ 6″,
verand. in 24^u.............. + 2. 52 ,2 .... + 4.23.
Den 28^n, te 0^u, ⊙ˢ R. opklimm. $20^u 41^m 49^s,2$, tijdvereffening + $13^m 12^s,41$,
verand. in 1^u............... + 10 ,32, ... + 0 ,461.

7ᵉ *Voorb.* Den 28^n September 1851, op 34° 40′ Z. breedte en 115° 45′ lengte O. is, te $6^u 9^m 20^s$ namiddag, waargenomen de ☾ˢ hoogte 38° 54′ 55″ west van den meridiaan, de index-correctie was — 10″, het oog 4,5 el; *vrage* hoeveel de tijdmeter *vóór* of *na* is op den middelb. tijd aan boord? *Antw.* de tijdmeter is *vóór* $0^m 31^s,02$.

Aanteekening uit den Almanak voor 1851.

Den 27^n, te 12^u, ☾ˢ ½ middellijn.... 16′ 19″, horiz. equat. parall. 59′ 51″,
verand. in 12^u............... — 8 , ... — 26.
Den 27^n, te 21^u, ☾ˢ R. opklimm. 15^u $7^m 55^s,8$, ☾ˢ declinatie Z. 12° 50′ 5″,
verand. in 3^u............... + 6. 59 ,3, ... + 32. 36.
Den 27^n, te 0^u, ⊙ˢ R. opklimm. $12^u 13^m 49^s,9$, tijdvereffening.. — $8^m 53^s,11$,
verand. in 1^u............... + 9 ,02 .... + 0 ,832.

Den tijd door overeenstemmende hoogten te vinden.

§ 280. Eene der meest naauwkeurige methoden, om den tijd voor een uurwerk te bepalen, is die door *overeenstemmende hoogten.* Te dien einde neme men op éene plaats in den morgen eenige zonshoogten, die, bijv., met 5 of 10′ geregeld toenemen, en teekene bij elk derzelve de tijden aan, die het uurwerk wijst; na den middag worden, als het hemelligchaam weder die gelijke hoogten heeft, de tijden bij die hoogten, volgens dat zelfde horologie, aangeteekend. Als men nu een midden neemt uit een gelijk getal vóór- en namiddagstijden, zoo heeft men den tijd van doorgang, volgens het uurwerk bij de waarneming gebezigd of den waren middag of 0^u volgens den zonnen tijd, en dus ook den middelbaren middag, zijnde deze gelijk 0^u ± *de tijdvereffening*, en heeft men dus hierdoor gelegenheid te bepalen, hoe veel het horologie op den middelbaren middag *vóór* of *na* was. Het hier aangevoerde veronderstelt, dat men tusschen de waarnemingen op dezelfde plaats blijft, dat het gebezigde uurwerk een' gelijkmatigen gang heeft, dat de dampkring niet aanmerkelijk in toestand, en de declinatie van het hemelligchaam niet in grootte verandert. Door hier hoogten, op verschillende plaatsen genomen, in aanmerking te nemen, zoude het vraagstuk eene voor den zeeman te omslagtige bewerking ten gevolge hebben, en wij zullen dus de hoogten, als op dezelfde plaats genomen, aannemen. De verandering in declinatie van het hemelligchaam, tusschen de hoogten, is echter veelal te groot, om daarop geen acht te geven, en de verbetering, die men voor dat verschil in de declinatiën moet toebrengen, noemt men de *vereffening der overeenstemmende hoogten.* De Tafelen XXXV A en XXXV B zijn bepaaldelijk voor het berekenen dier verbetering in de *Verzameling* opgenomen, en door eenen regel en het aldaar bijgevoegde voorbeeld genoegzaam opgehelderd. De verandering in den toestand van den dampkring wordt ons door den barometer en thermometer te kennen gegeven, en de invloed deswege kan mede naar de verklaring der gezegde Tafelen berekend en toegepast worden. Zie over een en ander de verklaring der Tafelen XXXV A en B, als ook § 300.

§ 281. Voorbeelden tot oefening voor het vinden van den tijd door corresponderende hoogten.

1ᵉ *Voorb.* Den 22^n Julij 1851 worden op 55° 58′ N. breedte en 3° 10′ W. lengte de onderstaande waarnemingen gedaan, als:

's morgens:			*'s namiddags:*	
te $8^u 8^m 20^s$	⊙	35° 10′	te $3^u 43^m 42^s$	*Vrage* de vereffening der overeenstemmende hoogten en hoe veel het horologie *vóór* of *na* is op den middag?
» 9. 29	»	20	» 42. 35	
» 10. 37	»	30	» 41. 24.	

Antw. De vereffening is + $11^s,35$, en dus is het horologie *na* $9^m 52^s,18$.

Opgaven uit den Almanak voor 1851, den 22^n, te 3^u, zonnetijd.

20° 22′ 11″,2 N. declin., verand. in 1^u — 29″,94.
Tijdvereffening $6^m 5^s,01$, *bijtell.* bij den waren tijd, de verand. in 1^u is + $0^s,101$.
Verandering van declinatie in 24^u, van den 21^n—22^n = 11′ 37″,9
en den 22^n—23^n = 11′ 58″,5.

2^e *Voorb.* Den 10^n April 1851 is men op 18° 56′ N. br. en 72° 54′ O. L., en heeft men de navolgende waarnemingen gedaan, als:

's morg. te	$15^u\,1^m\,54^s$	⊙ 29° 0′,	's nam. te	$23^u\,18^m\,12^s$		
» »	2. 16	» 29. 5,	» »	17. 49		*Vrage* als voren?
» »	3. 3	» 29. 15,	» »	17. 1		
» »	3. 24	» 29. 20,	» »	16. 41.		

Antw. De vereffening is $-4^s,82$ en het horologie *na* $4^u\,51^m\,33^s,19$.

Opgaven uit den Almanak voor 1851, den 9^n April, te 0^u, *zonnetijd.*

⊙'s Declinatie = 7° 27′ 41″,6 N. Tijdvereffening *bijtell.* waren tijd = $1^m\,43^s,71$,
verand. in 1^u = + 55 ,68 .... = − 0 ,671.
Declin. verand. in 24^u, den 9^n—10^n = 22′ 16″,3 en den 10^n—11^n = 22′ 8″,3.

3^e *Voorb.* Den 23^n Februarij 1851, op 32° 37′ 40″ N. breedte en 16° 55′ 30″ W. lengte, zijn als gemiddelde uitkomsten van overeenstemmende hoogten verkregen voor de morgen-hoogten $9^u\,24^m\,8^s$ en voor de overeenkomende namiddags hoogten $5^u\,13^m\,40^s$; *vrage* als voren? *Antw.* De vereffening der overeenstemmende hoogten is $+12^s,26$ en de tijdmeter, op de plaats der waarneming, *vóór* $1^u\,5^m\,26^s,60$.

Opgaven uit den Almanak voor 1851, den 23^n Februarij, te 0^u, *zonnetijd.*

⊙'s Declinatie = 9° 55′ 46″,8 tijdvereffening *bijtellend* waren tijd = $13^m\,40^s,07$,
verand. in 1^u = − 55 ,12 .... = − 0 ,361.
Declin. verand. in 24^u, den 22^n—23^n = 21′ 53″,8, en den 23^n—24^n = 22′ 2″,8.

ZEVENDE BOEK.

OVER DE TIJDMETERS EN HET VINDEN VAN DE LENGTE OP ZEE DOOR TIJDMETERS, AFSTANDEN, ENZ.

EERSTE AFDEELING.

Algemeene bepaling der lengte, en eenige mededeelingen betrekkelijk den tijdmeter.

§ 282. Reeds vroeger hebben wij doen opmerken, wat men door aardrijkskundige lengte van eene plaats verstaat (§ 116). De aarde wentelt, zoo als gezegd is, in den tijd van 24^u om hare as, of in 24^u wordt de geheele omloop van 360° volbragt, en komt mitsdien elk meridiaanvlak weder aan de zon, dat dus 15° in één uur tijds aflegt. Als gevolgelijk eene plaats, bijv., 1^u in tijd met den tijd onder den eersten meridiaan verschilt, zoo zal het verschil in tijd 1^u, of de afstand dezer plaatsen, gerekend in de rigting van den equator, 15° zijn; *dit verschil in tijd of afstand in graden, oost of west gerekend, noemt men de lengte van de plaats.* De lengte kan dus even goed in tijd als in graden worden te kennen gegeven. Het vinden van de lengte eener plaats bestaat derhalve eenvoudig in het bepalen van het tijdsverschil tusschen die plaats en die, over welke de eerste meridiaan gaat. Is het, bijv., te *Greenwich* 8^u en, op dat zelfde oogenblik, onder eenen anderen meridiaan, stel van de plaats A, 10^u, zoo is het tijdverschil of de lengte-tijd 2^u, en gevolgelijk de lengte van de plaats $A = 2 \times 15°$ of 30°. Wij moeten ons dus, bij het oplossen van het vraagstuk om de lengte van eene plaats te vinden, bepalen tot het zoeken van den tijd onder den *eersten meridiaan* en op hetzelfde oogenblik naar dien *op de plaats*, waarvan men de lengte wenscht te weten. Hierdoor wordt dus de aangevoerde vraag in twee deelen gesplitst; namelijk, om op hetzelfde oogenblik, 1°. den tijd te bepalen aan boord, en 2°. dien te vinden, die het op hetzelfde oogenblik onder den eersten meridiaan is, of onder een' anderen meridiaan, waarvan de lengte bekend is.

§ 283. Den tijd aan boord te bepalen is het onderwerp, dat wij, in het VI^e Boek, zoo wij meenen, met genoegzame uitvoerigheid hebben behandeld. Den tijd op eene andere plaats, op een bepaald oogenblik, te vinden, is iets, dat onder anderen kan geschieden door *tijdmeters*, door de *hoekige afstanden* der hemelligchamen (§ 225), door *eclipsen*, enz.

Iets over de Tijdmeters.

§ 284. Een *tijdmeter* (*chronometer*) is een tijdwerktuig of uurwerk, dat met de meeste zorg vervaardigd is; in twee voorname punten is het echter, buiten nog andere onderscheiding, voornamelijk van de gewone zak-uurwerken verschillend. Bij het opwinden namelijk staat de tijdmeter niet stil, en ten andere is de zamenstelling van de balans (§ 269) van dit werktuig zoodanig ingerigt, dat de invloed der verandering in temperatuur op den *gang* niet merkbaar is.

§ 285. Veel zoude er hier over den tijdmeter aangevoerd kunnen worden, doch ter bekorting zullen wij ons slechts tot eenige algemeene opmerkingen ten deze bepalen. Bij het aankoopen van eenen tijdmeter, dat wij hier als in het voorbij gaan vermeenen te moeten doen opmerken, zorge men vooral, dat men zoodanig werktuig aankoopt van een' bekenden en soliden persoon, die daarvoor wil, maar wat voornamelijk hier veel zegt, ook *kan* instaan! Schier elk zoogenoemd horologiemaker rekent zich bevoegd, die werktuigen, met alle mogelijke verzekering van goede hoedanigheid en waarborg, aan te bieden. Evenwel kunnen dit slechts weinige doen, en niet vele horologiemakers zijn met genoegzame wetenschappelijke kennis toegerust, en in die gelukkige omstandigheden geplaatst, om ten deze gerustelijk tijdmeters te kunnen verkoopen en aan te bevelen. Wij raden dan een ieder aan, die zich van een' tijdmeter wil voorzien, dien daar te koopen, waar hij den meesten waarborg voor de deugd van dit zoo kostbare en belangrijke werktuig kan verkrijgen, en vooral geene andere te nemen, dan die eenigen tijd en naar behooren door een' onpartijdigen en deskundigen observator zijn waargenomen.

§ 286. Het vervoeren van tijdmeters is almede iets, dat hier in aanmerking komt. Zoodra men een' tijdmeter wil verplaatsen, of van eene plaats naar eene andere wil vervoeren, moet men dien goed in den ring en met dezen in de doos vast zetten, en bij het voor goed plaatsen, los maken, zoodat hij weder eene vrije beweging in den ring en in de doos kan hebben. Het dragen moet ook met alle omzigtigheid geschieden, en vooral moeten schokken, stooten en alle korte en snelle omdraaijingen met den tijdmeter vermeden worden. Maar al te dikwerf gaat men te dien aanzien met ongeschikte vlugheid en niet met genoegzame voorzigtigheid te werk.

§ 287. De tijd van het aan boord brengen der tijdmeters is iets, dat niet met onverschilligheid moet worden aangezien. Op de schepen van den Staat kan dit gemakkelijker geschieden dan bij die der Koopvaardij. Bij de eerste kan dit meestal plaats hebben acht of veertien dagen, vóór dat men denkt te vertrekken, terwijl men bij de koopvaardijschepen zeldzaam daartoe zoo vroeg gelegenheid zal hebben. In het algemeen is het echter wenschelijk en noodig, dat men die aanboord-neming mede als belangrijk beschouwt, en niet tot de laatste oogenblikken uitstelt.

§ 288. Zal men van een' tijdmeter gebruik maken, zoo moet men de *stelling* en den *gang* van dat tijdwerktuig kennen. *Hetgeen een tijdmeter te* 0^u *middelbaren tijd op Greenwich's tijd vóór of na is, of het verschil van den tijd des tijdmeters met dien van Greenwich wordt stelling of stand genoemd;* is een tijdmeter, bijv., te 0^u *Greenwich's* tijd den 1^n, van eenige maand, $3^u\,12^m\,4^s{,}6$ *na* of *vóór* op *Greenwich*, zoo zegt men dat de stelling of stand van dien tijdmeter, op den 1^n, te 0^u middelbaren tijd, $3^u\,12^m\,4^s{,}6$ *na* of *vóór* is. Is de tijdmeter *na*, zoo drukken wij dit bij de stelling uit door het teeken + en *vóór* door het teeken —. Verder, *hetgeen een tijdmeter dagelijks, of in* 24^u, *afwijkt van den middelbaren tijd, wordt bij uitnemendheid gang van den tijdmeter genoemd.*

§ 289. De gang van eenen tijdmeter op eenig observatorium, of op eene plaats daartoe bepaaldelijk ingerigt, waar hij stil en steeds in denzelfden stand blijft staan, is veelal onderscheiden van dien aan boord; ja zelfs zal men kunnen aannemen, dat de gang aan boord van een schip, stil op eene reede liggende, onderscheiden zal zijn van dien, welken men waarneemt op een zeilend schip. De oorzaken van dit verschil in den gang van een' tijdmeter aan den wal of aan boord zullen waarschijnlijk te zoeken zijn in de beweging van het schip, in eene verandering van den plaatselijken magnetischen invloed en ook welligt in eene verandering van opwinder of waarnemer. Dit verschil in gang geeft aanleiding tot eenen *land-gang*, waargenomen aan den wal in eenig vast gebouw; een' *reede-* of *haven-gang*, geobserveerd aan boord van het schip, zoo lang dit op eene reede of in eene haven ligt; en eindelijk tot een' *zee-gang*, opgemaakt door waarnemingen op zee, als men onder zeil of varende is.

§ 290. Zoodra de tijdmeter aan boord is ontvangen, moet hij, zoo spoedig mogelijk, zijne bestemde plaats verkrijgen. Het midden van een zeilschip, iets beneden de waterlijn, nabij den grooten mast, biedt voorzeker hiertoe de wenschelijkste plaats aan; aldaar is de beweging van het schip het geringste, als ook de trilling minder dan nabij den voor- of achtersteven. Intusschen is die plaats in vele of in de meeste schepen, om andere redenen, niet wel hiertoe te bezigen, of aan te raden. In het algemeen moet men zorgen, dat de tijdmeters daar worden geplaatst, waar zij het meest beveiligd zijn, voor trilling, schokken of stooten, voor alle meer of min snelle veranderingen in temperatuur, zoo mogelijk in eenig droog zaagsel, of tusschen, echter niet te veerkrachtige, kussens. Men ziet toe, dat zij goed bevestigd zijn, zoo dat zij met het slingeren van het schip niet uit hunne plaatsen kunnen geraken, en zoodanig, dat men de klep gemakkelijk en met omzigtigheid kan openen, om ze, zonder van plaats te veranderen, te kunnen opwinden en den tijd daarop te kunnen aflezen. Eindelijk is het nog wenschelijk, dat zij op zulk eene wijze geplaatst zijn, dat, zoo iemand bij den tijdmeter den tijd overluid opleest, dit bij de waarnemingen op het dek kan worden gehoord en aangeteekend, of omgekeerd, dat men van bij de waarnemingen ook kan worden gehoord bij den tijdmeter. De gutta percha spreekbuizen zouden welligt het best als een voertuig voor de stem in deze kunnen dienen en die buizen aldus ook voor den zeeman eene nuttige toepassing erlangen.

Verder zorge men bij de plaatsing van de tijdmeters aan boord, dat zij zoo ver doenlijk verwijderd gesteld worden van magneten en kompassen, van groote hoeveelheden ijzer, vooral zoo ver dit kan plaats hebben, van ijzeren stangen of stutten. Als ook, dat zij niet in uit- en inschuivende laden of op secretairen geplaatst worden, die door het open- en toedoen nadeelige schokken aan deze werktuigen zouden kunnen geven. Bij het doen van saluut- of andere schoten, moeten zij aan boord in de twee handen worden vastgehouden. Als echter de tijdmeter juist en goed geplaatst is, en gedurende het schieten goed gedekt wordt, zoude men ook dit kunnen nalaten, en dit is zelfs welligt aan te raden. Ook ziet men de tijdmeters dikwerf na, of zij wel regt in hunne ringen en kastjes hangen, als ook of zij eene vrije, doch ook niet al te gemakkelijke beweging hebben. Aan de ringen of de koperen kasten der tijdmeters zijn koperen schuifstukken aangebragt, die gemakkelijk los geschroefd, en de tijdmeter alsdan in den ring iets verschoven kan worden, waardoor zij dan regtstandig in hunne ringen kunnen worden gebragt; sommige tijdmeters missen die stukken, doch zijn dan ook voor goed door de makers in de ringen en kasten opgehangen. Als de beweging in de ringen te stijf of te stroef gaat, moet men de assen iets los schroeven of met een weinig olie voorzien.

Men heeft de tijdmeters wel eens in een kotje, op een hangbord of op een plankje aan koorden doen hangen; deze handelwijze is hoogst af te raden. Daarmede gedane proeven hebben doen zien, dat de geheele tijdmeter door de gedurige beweging van de balans met het plankje in eene eigene onafgebrokene slingerende beweging geraakt, die dan den gang verscheidene seconden kan doen veranderen, zoo als ook aan den steller dezes bij eigene proeven is gebleken.

§ 291. Gelukkig is het geval zeldzaam, dat het kruis of middenstuk der balans, hare binnenring, of eenig ander deel van den tijdmeter eenige magneetkracht heeft verkregen; gebeurt dit echter, zoo moet een zoodanige tijdmeter, niet gebezigd worden, voor dat die, met eigene magneetkracht aangedane stukken, door andere, daarvan volkomen zuivere, zijn vervangen, als zijnde in zoodanigen tijdmeter geen vertrouwen te stellen.

§ 292. Betrekkelijk het opwinden der tijdmeters merken wij in de eerste plaats op, dat dit steeds met bedaardheid moet geschieden. Na het omwentelen in de kast, moet men den tijdmeter, met de linkerhand tegen de kast gesteund, onder de opwinding, eenige vastigheid trachten te geven. Bij zoogenoemde zak-tijdmeters, die evenwel meestal mede in kastjes worden bewaard, wordt vooral gezorgd, dat de hand, die den tijdmeter vasthoudt, bijv., door het drukken op eene tafel, eenige vastigheid of steun verkrijgt, waardoor de sleutel dan alleen kan worden rondgedraaid, zonder dat daarbij, zoo als men dikwerf bij het opwinden van horologiën ziet, het uurwerk ook eene schokkende beweging om den sleutel wordt gegeven; eene wijze van werken, welke voor alle horologiën, en ook vooral voor tijdmeters, hoogst schadelijk is, en de gang altijd voor eenigen tijd doet afwijken.

Het opwinden der tijdmeters diende op elk schip, zoo als al wat de tijdmeters betreft, met naauwgezetheid, omzigtigheid en zorg te geschieden, en aan één of twee personen bepaaldelijk te zijn toevertrouwd, waartoe men dan ook, zooveel mogelijk vastgestelde tijden moet nemen. Op vele schepen worden zij des morgens om 9ᵘ, of daar omstreeks, opgewonden; zoo men meer dan eenen tijdmeter aan boord heeft, kan men dan ook tevens de onderlinge verschillen dezer werktuigen aanteekenen. De tegenwoordige goede tijdmeters loopen *twee etmalen*, en hebben, op de wijzerplaat, eenen afzonderlijken wijzer en eene verdeeling, of *opwindings aanwijzing*, waarop men kan zien, hoeveel de tijdmeter is afgeloopen. Ook de tweedaagsche tijdmeters moeten elken dag worden opgewonden, en dient het vermogen om langer, veelal tot 56 uren, te kunnen loopen, voornamelijk, om bij toevallig vergeten van opwinding den tijdmeter niet te doen afloopen, en op die wijze den tijd niet te verliezen. Ik voor mij stel geene bijzonder groote waarde in de achtdaagsche tijdmeters; zij onderscheiden zich steeds meer door duurte, dan door meerdere deugdzaamheid. Zoo zulk een tijdmeter eenen ongunstigen gang verkrijgt, moet men hem dagelijks, als een' gewonen tweedaagschen tijdmeter, opwinden. Zoo men deze soort van tijdmeters om de acht dagen opwindt, worden op vele schepen daartoe de zondagen gebezigd; welligt zijn de zaturdagochtenden daartoe even goed aan te raden. Bij eene eerste opwinding van eenen nieuw ontvangen tijdmeter worden de slagen geteld, waardoor men vervolgens bij elke opwinding in staat is, om de laatste slagen met iets meer omzigtigheid te verrigten, tot dat men voelt, *dat men stuit*. Oordeelt men het noodig, om de minuut- en uurwijzers dezer werktuigen iets te verzetten, zoo bewerkstelligt men dit met den sleutel door het omdraaijen van den minuutwijzer, waardoor dan tevens de uurwijzer zal worden verzet; men stelt eindelijk een en ander in overeenstemming met den secondenwijzer, dien men vooral niet mag aanraken, ook moet men zich onthouden, om de wijzers achteruit te zetten.

§ 293. Is een tijdmeter, door schier onverschoonbare nalatigheid, door het niet opwinden afgeloopen, en dus blijven stilstaan, zoo moet hij zeer voorzigtig worden opgewonden; vervolgens zet men hem door het sluitstuk met den ring goed vast in de doos, en neemt men de tijdmeterskast daarop aan de hengsels, en draait die vervolgens op dezelfde plaats snel in de rondte, als om de assen der wijzers. Het is duidelijk, dat in dit geval, als men slechts één' tijdmeter aan boord heeft, men de stelling, en in vele gevallen ook den gang van den tijdmeter heeft verloren, en deze niet eerder met zekerheid te herkrijgen zijn, dan op eene plaats, waarvan de lengte met alle naauwkeurigheid bekend is; intusschen trachte men in dat geval, tot zoo lang men daartoe eene volkomen gunstige gelegenheid heeft, de stelling en den gang zoo na mogelijk, al ware het ook slechts bij benadering, te bepalen volgens de lengte door afstanden.

§ 294. De voornaamste oorzaken, waardoor de gang van eenen tijdmeter ongelijk kan zijn, kunnen in eene der volgende gezocht worden. Zijn bouw of zamenstelling kan onvolkomen zijn, of ook het metaal geene genoegzame harding hebben, dat dan bij eene gelijke temperatuur of gelijken stand van den thermometer eenen onregelmatigen gang zal doen kennen. Ontdekt men bij gelijke verandering in temperatuur somtijds ongelijke afwijkingen in den gang, zoo zal men dit ook aan slechte olie of aan eenen onvolkomen of slechten spiraal kunnen toekennen. Heeft er bij eenen tijdmeter, die anders gelijk van gang is, bij verandering van temperatuur, eene verandering in den gang plaats, zoo is dit veelal het bewijs, dat de balans niet goed is, of de blokken of schroeven op of in deze niet goed geplaatst zijn, en mitsdien de compensatie van den tijdmeter niet genoegzaam geregeld is. Eindelijk kunnen wij er nog bijvoegen, dat, als de tijdmeter, bij gelijke temperatuur, verschillend in gang is, naar dat de uurcijfers XII, III, VI en IX naar verschillende deelen des horizons gerigt zijn, dit aanduidt, dat eenige deelen van den tijdmeter eenige bestendige magneetkracht hebben verkregen (§ 291). — Ten slotte willen wij hier nog doen opmerken, dat de veren en ook de spiraalveren soms plotseling breken; dit is ongelukkig voor den zeeman, doch buiten zijne of des makers schuld. Ook kunnen de tappen of steenen, waarin zich de eerste bewegen, breken; dit gebeurt dikwerf, als men den tijdmeter te lang zonder schoonmaking laat loopen. Kundige tijdmeter-makers zijn van oordeel, dat deze werktuigen, nadat zij 2 of $2\frac{1}{2}$ jaar hebben geloopen, schoongemaakt en nagezien dienen te worden, en zoo zij in dien tijd bij herhaling in zeer warme streken zijn geweest, moeten die tijdperken welligt nog iets verkort worden. — Het herstellen en schoonmaken dezer werktuigen moet in het algemeen niet plaats hebben dan door hen, van wie men overtuigd is, dat zij daartoe de volkomene bevoegdheid hebben.

§ 295. Nadat de tijdmeters aan boord zijn aangekomen en hunne bestemde plaats hebben ingenomen, begint men onmiddellijk met een onderzoek, of zij met behoorlijke omzigtigheid zijn vervoerd, en soms ook iets bij het transport hebben geleden, of iets zijn veranderd. Heeft men de tijdmeters van een' observator of eenig observatorium ontvangen, zoo is bij de tijdmeters tevens afgegeven *eene opgave van de stelling en den gang van elk der ontvangene tijdmeters*. Uit eene vergelijking van de aanwijzingen der tijdmeters vindt men hunne tijdverschillen, en deze verschillen der tijdmeters moeten met de sommen of verschillen der opgegevene stellingen overeenstemmen. Stel, men ontvangt de tijdmeters A, B en C met de volgende stellingen:

A	heeft tot stelling	$-\ 0^u\,12^m\,10^s{,}0$
B	» » »	$-\ 0.\ 8.\ 4{,}5$
C	» » »	$+\ 0.\ 2.\ 1{,}5$,

zoo heeft men: A en B moeten $4^m\,5^s{,}5$ verschillen; want $12^m\,10^s - 8^m\,4^s{,}5 = 4^m\,5^s{,}5$. A en C verschillen $14^m\,11^s{,}5$; A is *vóór* en C *na* en de som hiervan is het verschil tusschen de aanwijzingen. Op gelijke wijze moet het verschil in tijd tusschen de tijdmeters B en C gelijk zijn aan $10^m\,6^s{,}0$. Wij veronderstellen hier, dat de observator geene feil heeft begaan; wil men ten deze zich vooraf overtuigen, zoo vergelijke men de aanwijzingen der tijdmeters met de opgaven der stellingen bij de ontvangst vóór het begin van het transport. Verder wordt hier ver-

ondersteld, dat de gangen klein zijn en de tijd van vervoer kort is: heeft in deze het tegenovergestelde plaats, zoo moeten de stellingen naar aanleiding van de gangen en den tijd van vervoer behoorlijk gecorrigeerd worden.

§ 296. Bij het bezit van twee of meer tijdmeters, worden zij op eenen bepaalden tijd met elkander vergeleken. In de opwinding van tijdmeters houde men eene behoorlijke orde en doe de vergelijking der tijdmeters eerst dan plaats hebben, als zij opgewonden zijn. Stel, men heeft de n^{os}. 1187, 1302 en 1401, zoo kan men de onderlinge vergelijking gevoegelijk op deze wijze doen plaats hebben. Bij elken tijdmeter stelt zich een waarnemer; hij, die, bijv., n^o. 1187 tot deel heeft, en dien wij zullen veronderstellen, dat den besten gang heeft, teekent bij het begin, even als de twee andere waarnemers, het uur en de minuut aan van zijnen tijdmeter, en vervolgens zegt hij, al ziende en tellende, *stop!* als de secondewijzer van zijnen tijdmeter op 0 en 30^s staat, als wanneer ook de twee andere waarnemers dan hunne seconden opteekenen, die hunne tijdmeters op dat oogenblik aanwezen en daarna ook de minuut en het uur. Stel de uitkomst dezer waarnemingen de volgende zijn.

Den 1^n *Mei, ten* 9^u *'s morgens, is door* J. B. en R. S. *waargenomen.*

	n°. 1187 door N.N.	1302 door N.N.	1401 door N.N.
	$8^u\,13^m\,0^s$	$8^u\,10^m\,20^s$	$7^u\,56^m\,33^s$
	13. 30	10. 50	57. 2 ,5
	14. 0	11. 20	57. 33 ,5
	14. 30	11. 49 ,5	58. 2
	$54^m\,60^s$	$42^m\,139^s{,}5$	$228^m\,71^s{,}0$
4)	$8^u\,13^m\,45^s$	$8^u\,11^m\,4^s{,}87$	$7^u\,57^m\,17^s{,}75$.

Dit geeft:

Verschil van n°. 1302 met n°. 1187 $= +\ 2^m\,40^s{,}13$
» » » 1401 » » 1187 $= +\ 16.\ 27{,}25$
» » » 1401 » » 1302 $= +\ 13.\ 47{,}12$.

Het is duidelijk, dat het geene bepaalde behoefte is, juist op heele en halve minuten te tellen, men kan dit ook op andere deelen van minuten doen; alleen dit is vereischte, dat men bij het woord *stop* juist de seconde en zoo mogelijk het deel waarneemt en opteekent. In alle waarnemingen met deze werktuigen is het steeds noodzakelijk, het oogenblik eener waarneming met alle naauwkeurigheid *naar den tijdmeter te bepalen*. Heeft men niet zoo vele personen tot waarneming geschikt, als men soms tijdmeters bezit, zoo kunnen twee personen achtereenvolgens deze werktuigen, twee aan twee genomen, vergelijken en de verschillen bepalen, die dan kunnen worden aangemerkt als op hetzelfde oogenblik te zijn waargenomen; want het is niet te veronderstellen, dat de gangen der tijdmeters zoo veranderlijk of groot zullen zijn, dat gedurende den korten tijd dezer soort van waarneming, het onderlinge verschil veranderen zal. Even als boven wordt, bijv., op den volgenden dag, omstreeks 9^u 's morgens, de onderlinge vergelijking der tijdmeters herhaald; stellen wij de uitkomst als nu de volgende:

den 2^n Mei, ten 9^u 's morgens, door J. B. en R. S. *waargenomen:*

Verschil van N°. 1302 met n°. 1187 $= + 2^m 39^s,12$
» » » 1401 » » 1187 $= + 16.\ 33\ ,19$
» » » 1401 » » 1302 $= + 13.\ 54\ ,07$.

Op deze wijze gaat men dagelijks, gedurende den geheelen tijd van het aanwezen der tijdmeters aan boord, onafgebroken voort.

§ 297. In de voorgaande § hebben wij aangenomen, dat men meer dan twee tijdmeters aan boord heeft, hetgeen aanleiding geeft, dat men de gangen dezer werktuigen dagelijks kan nagaan, en daarvan behoorlijk aanteekening kan houden. In plaats van elken tijdmeter met zijn fabriek N°. en naam des makers op te teekenen, zal men het meer gemakkelijk vinden elken tijdmeter gedurende de reis door eene letter aan te duiden; in dat geval stellen wij met anderen voor, om den tijdmeter met welken de andere tijdmeters achtervolgens vergeleken worden, en die dus als *standaard-tijdmeter* wordt aangenomen, met de letter Z aan te duiden. Noemen wij nu N°. 1302 door N.N. A, en N°. 1401 door N. N. B, zoo wordt de vergelijking van den 2^n Mei aldus opgeschreven:

Den 2^n Mei te 9^u 's morgens door J. B. *en* R. S. *waargenomen.*

$$Z - A = + 2^m 39^s,12$$
$$Z - B = + 16.\ 33\ ,19$$
$$A - B = + 13.\ 54\ ,07.$$

De waargenomene verschillen der tijdmeters worden vervolgens in eene daartoe ingerigte tabel opgeteekend, hetgeen men den volgenden vorm zoude kunnen geven.

Journaal van de dagelijksche vergelijking der Tijdmeters,
aan boord . . . . .

Dagteekening.	Thermometer.	Barometer.	Z—A.	Verschillen.	Z—B.	Verschillen.	A—B.	Verschillen.	Initialen der waarnemers.	Beweging van het schip of van de zee.
1855.	FAH.	strepen.								
1 Mei	64°,0	762,41	$+ 2^m 40^s,13$		$+ 16^m 27^s,25$		$+ 13^m 47^s,12$		J.B. R.S.	Hevige beweging.
				$- 1^s,01$		$+ 5^s,94$		$+ 6^s,95$		
2 "	65 ,5	763,15	$+ 2.\ 39\ ,12$		$+ 16.\ 33\ ,19$		$+ 13.\ 54\ ,07$		J.B. R.S.	Stampend; zware zee.
3 "										
4 "										

Heeft men nu den gang van een der tijdmeters bekend, zoo kan men met dien gang en de verschillen (kolomm. 5, 7 of 9) ook de gangen der andere tijdmeters bepalen. Stel, Z loopt *na* $1^s,11$ en A loopt *vóór* op Z $1^s,01$, zoo is het duidelijk, dat A op den midd. tijd *naloopt* $0^s,01$, en dit geeft ons:

$$\begin{array}{rl} \text{Gang van } Z = & + 1^s,11 \\ Z - A = & \underline{- 1\ ,01} \\ \text{dus de gang van } A = & + 0^s,10. \end{array} \qquad \begin{array}{rl} \text{Gang van } A = & + 0^s,10 \\ A - B = & \underline{+ 6\ ,95} \\ \text{dus gang van } B = & + 7^s,05. \end{array}$$

$$\begin{array}{rl} \text{Gang van } Z = & + 1^s,11 \\ Z - B = & \underline{+ 5\ ,94} \\ \text{derhalve de gang van } B = & + 7^s,05. \end{array} \qquad \begin{array}{rl} \text{Gang van } B = & + 7^s,05 \\ B - A = & \underline{- 6\ ,95} \\ \text{dus gang van } A = & + 0^s,10. \end{array}$$

TWEEDE AFDEELING.

Verschillende methoden om de gangen en stellingen der Tijdmeters te bepalen.

§ 298. Het is duidelijk, dat het kennen van den gang en de stelling eens tijdmeters een bepaald vereischte is voor het gebruik van eenen tijdmeter. In het algemeen bestaat het vinden van den gang daarin, dat men op eenig oogenblik den middelbaren tijd bepaalt, en tevens op dat zelfde oogenblik den tijd aanteekent, dien een tijdmeter aanwijst; het verschil tusschen deze tijden duidt aan, wat de tijdmeter *vóór* of *na* is op den middelbaren tijd van de plaats der waarneming. Op gelijke wijze bepaalt men omstreeks denzelfden tijd, op eenige volgende dagen bij herhaling dit verschil; is nu, op die tijdstippen van waarnemingen, de tijdmeter steeds evenveel *vóór* of *na*, zoo is zijn gang gelijk aan dien van den middelbaren tijd. Is echter het vóórzijn op den 2^n dag grooter dan op den eersten, dan *loopt*, zoo als men dit noemt, de tijdmeter *vóór*, of de gang is *versnellend* of *vóórloopend;* wordt dat vóórzijn bij opvolgende vergelijkingen kleiner, dan is de gang *vertragend* of *naloopend.* Was integendeel de tijdmeter op den tweeden dag *na* en vervolgens meer en meer *na*, zoo liep die tijdmeter *na;* vermindert echter het nazijn, dan is de *gang* weder *vóórloopend*, enz. Eenen vertragenden gang drukken wij uit door het teeken + en eenen vóórloopenden gang door —; vinden wij, bijv., voor den gang $- 3^s,5$, zoo duidt dit aan, dat in elke 24^u of etmaal de tijdmeter *drie en vijf tienden seconde versnelt*, en $+ 1^s,2$, dat de gang in 24^u *een en twee tienden seconde vertraagt.*

De gang van eenen tijdmeter kan volgens verschillende methoden bepaald worden. De voornaamste zijn: 1°. door onmiddellijke hoogten der hemelligchamen; 2°. door overeenstemmende hoogten; 3°. door meridiaans doorgangen; 4°. door de doorgangen van vaste sterren door de draden van eenen vastgestelden verrekijker; 5°. door het waarnemen der thans hier en daar opgerigte *tijd-seinen* of *ballen*, en 6°. door het aandoen van plaatsen, waarvan de lengte met juistheid bekend is.

1°. *Den gang en de stelling van eenen tijdmeter door hoogten der hemelligchamen te vinden.*

§ 299. De meest in gebruik zijnde methoden, om den gang der tijdmeters te bepalen, is die door onmiddellijke hoogten der hemelligchamen. Het is niets anders dan het vinden van den middelbaren tijd door de zons-, maans- of stershoogten boven de gewone kim, of op eene kunst-kim, zoo die gebruikt kan worden, en die steeds te verkiezen is, als men zich van eene welingerigte kan bedienen. Wij moeten hier vooral doen opmerken, dat men niet de tijden, verkregen uit *vóór-* en *namiddagshoogten* geregeld en ongeregeld, d. i. dan eens gemiddelde uit beide, en dan weder uit ééne rij alleen ter vergelijking moet bezigen. Over het algemeen schijnt elk waarnemer zijne hoogten bestendig iets te groot of te klein te nemen; heeft, bijv., het eerste plaats, of zijn zijne hoogten altijd iets te groot, zoo zullen zijne uurhoeken aan de oostzijde des meridiaans iets te klein zijn, en gevolgelijk daardoor ook de tijd te groot worden, en verder zullen de namiddags tijden of westelijke uurhoeken om gelijke redenen steeds iets te groot zijn. Neemt men aan, dat dit te klein en te groot telkens 1^s,5 bedraagt, zoo is het geheele verschil tusschen de waarnemingen gelijk aan 3 seconden, dat dan alleen aan den waarnemer, en niet aan den gang van het uurwerk moet worden toegekend. Had men, in het gestelde geval, zich nu *alleen* tot de ochtend-waarnemingen of *alleen* tot de namiddag-waarnemingen bepaald, zoo zouden deze wel allen met die fout van 1^s,5 zijn aangedaan, doch op den gang zelven zoude dit geen' invloed uitoefenen, uithoofde die feilen allen in denzelfden toestand waren. Ook kan het vereenigen van ochtend- en namiddag-waarnemingen niet plaats hebben, als de gang van den tijdmeter eenigzins aanmerkelijk groot is. Men vereenigt dan de ochtend- en de namiddag-waarnemingen elk op zich zelve, en bepaalt afzonderlijk uit elke rij den gang van het uurwerk.

Voorbeeld. Op den 29^n Mei 1837 zijn, op 52° 22′ 39″ N. br. en 4° 54′ 17″ O. L. van *Greenwich*, genomen de hier na te noemen zons onderrands hoogten volgens eenen artificiëlen kwik-horizon; de index-correctie van het instrument was — 1′ 40″, de barometer wees 764st,5 en de thermometer 68° (FAHRENHEIT); *vrage* den middelbaren tijd en hoeveel de tijdmeter *vóór* of *na* was op dien tijd? *Antw.* De middelb. tijd was 8^u 15^m 15^s,50 en de tijdmeter 47^s,60 *na*.

Tijd van den tijdm.	*⊙^{s} onderr. dubb. hoogten.*
8^u 12^m 8^s 's m.	74° 33′ 30″
12. 46	74. 45. 30
13. 13	74. 53. 20
13. 41	75. 1. 30
14. 9	75. 9. 40
14. 38	75. 18. 30
15. 10	75. 27. 50
15. 46	75. 38. 30
16. 17	75. 47. 50
16. 51	75. 57. 30
140^m 279^s	747° 328′ 340″

Aanteekening uit den Almanak, den 28^n, te 0^u.

⊙^{s} Halve middellijn... = 15′ 47″,6.
⊙^{s} Declinatie, N..... = 21° 28′ 45″,5,
verandering in 1^u..... = + 23 ,7.

Tijdvereff. *aftrekkend van den waren tijd*........ = 3^m 6^s,99,
en verandering in 1^u... = — 0 ,310.

...140^m 279^s ....747° 328′ 340″
10) ———
8^u 14^m 27^s,9 75° 15′ 22″
Index-vereffening 1. 40
75° 13′ 42″
2) ———
37° 36′ 51″
⊙^{s} ½ middellijn 15. 47 ,6
⊙^{s} schijnbare middelp. hoogte 37° 52′ 38″,6
str.v. 37° 52′,6, T.XX, = 1′ 14″,7
barometer, Taf. LI, = + 0 ,4
thermom., Taf. LII, = — 2 ,7
verschilz., Taf. XXI, = 6 ,7
— 1′ 5″,7 1. 5 ,7.
⊙^{s} ware hoogte = 37° 51′ 32″,9.

Gemiddelde tijd bij de waarneming den 28^n te... 20^u 14^m 27^s,9
lengte in tijd......... = 0. 19. 37 ,2
19^u 54^m 50^s,7 of
de overeenstemmende tijd op *Greenwich* is 19^u,91 na den 28^n Mei.

Den 28^n te 0^u ⊙^{s} N. declin. = 21° 28′ 45″,5
vera. in 1^u = 23″,7 en in 19^u,91 + 7. 51 ,9
dus ⊙^{s} N. declinatie..... 21° 36′ 37″,4
90. 0. 0
en ⊙^{s} poolsafstand.... = 68° 23′ 22″,6.

Den 28^n tijdvereffening te 0^u = 3^m 6^s,99
verand. in 1^u = 0^s.31 en in 19^u,91 — 6 ,17
dus is de tijdvereffening...... 3^m 0^s,82,
aftrekkend van den zonnetijd.

⊙^{s} Hoogte.... = 37° 51′ 33″
» poolsafstand = 68. 23. 23 *comp. l. sin.* 0,0316523
breedte....... = 52. 22. 39 » » *cosin.* 0,2143455
som 158° 37′ 35″
2) ———
½ som 79° 18′ 47″,5 *log. cosin.* 9,2682042
⊙^{s} hoogte....... 37. 51. 33
½ som — ⊙^{s} hoogte 41. 27. 14 ,5 » *sin.* 9,8208703
som 19,3350723
2) ———
½ som 9,6675361 *log. sin.* van 1^u 50^m 51^s,84 = ½ uurh.
——— (2
dus de uurhoek = 3^u 41^m 43^s,68
12. 0. 0
en derhalve is de zonnetijd 8^u 18^m 16^s,32
tijdvereffening, bij de waarneming, *aftrekkend,* 3. 0 ,82
dus is de middelbare tijd bij de waarneming 8^u 15^m 15^s,50
gemiddelde tijd volgens den tijdmeter...... 8. 14. 27 ,90
en dus de tijdmeter bij de waarneming op den middelbaren tijd *na* 0^u 0^m 47^s,60.

Den 30^n Mei 1837 wordt, op dezelfde plaats als boven, met gelijke index-correctie, bij eenen Bar. van 764^s,9 en Therm. van 68°, voor gemiddelde uitkomst eener waarneming gevonden: 's morgens te 8^u 15^m 25^s,4 is de gemidd. ⊙^{s} onderr. dubbele hoogte 75° 44′ 32″; *vrage* als voren? *Antw.* De middelb. tijd was 8^u 16^m 14^s en de tijdmeter *na* 48^s,6.

Opgaven uit den *Almanak* den 29^n, te 0^u.

⊙^{s} Halve middell. = 15′ 47″,4. Zons N. declin. = 21° 38′ 14″,4, hare verand. in 1^u = + 22″,77. Tijdvereffening, *aftrekkend van den waren tijd* = 2^m 59^s,56 en verandering in 1^u = — 0^s,329.

Op gelijke wijze kreeg men nog door waarnemingen, op dezelfde plaats, de drie volgende gemiddelde uitkomsten, als:

Den 31^n Mei	te 8^u 12^m 25^s,8 's m.	$\frac{⊙^s}{⊙}$ 75° 2′ 43″	Bar. 764^{mm},4	Ther. 64° F.
» 3^n Junij	» 8. 30. 53 ,1 »	» 80. 58. 17	» 765 ,0	» 55 »
» 5^n »	» 8. 17. 11 ,3 »	» 77. 13. 42	» 765 ,0	» 55 »

Vragen als voren?

Antwoorden: Den 31^n Mei,	de tijdmeter	*na*		$49^s,6$
» 3^n Junij,	»	»	»	51 ,4
» 5^n »	»	»	»	55 ,3.

Opgaven uit den Almanak voor deze waarnemingen.

Den 30^n Mei 1837. ⊙s ½ Middell. $15' 47'',2$,	⊙s decl. $21° 47' 20'',8$ N.	tijdvereff.	$-2^m 51^s,67$,
verandering in 1^u	+ 21 ,83,		$-$ 0 ,347.
» 2 Junij ⊙s ½ Middell. 15. 46 ,8,	» 22. 12. 23 ,4,	»	$-$2. 25 ,40,
verandering in 1^u	+ 18 ,95,		$-$ 0 ,399.
» 4 » ⊙s ½ Middell. 15. 46 ,6,	» 22. 27. 9 ,5,	»	$-$2. 5 ,88.
verandering in 1^u	+ 16 ,99,		$-$ 0 ,429.

Verder teekenen wij nog aan, dat, bij de waarneming op den 5^n Junij, de middelbare tijd, volgens de waarneming door de berekening gevonden, was $8^u 18^m 6^s,6$.

Naar aanleiding dezer vijf opvolgende waarnemingen heeft men nu:

Den 29^n Mei 's morg. tijdm. *na* of	$+ 47^s,6$	dagelijksche gang $+ 1^s,0$
» 30^n » » » » »	+ 48 ,6	» » + 1 ,0
» 31^n » » » » »	+ 49 ,6	» » + 0 ,6
» 3^n Junij » » » »	+ 51 ,4	» » + 2 ,0
» 5^n » » » » »	+ 55 ,3	som $+ 4^s,6$.

Deze waarnemingen zijn alle op dezelfde plaats en omstreeks denzelfden tijd 's morgens genomen; de waarnemingen van den 29 en 30^n Mei verschillen slechts ééne minuut, het verschil tusschen $+47^s,6$ en $+48^s,6$ is te klein om hier eenigen invloed uit te oefenen op den gang in 24^u; was de gang aanmerkelijk groot of de tusschentijd meer of minder dan 24^u, zoo zoude de gang door eene kleine berekening tot dien van 24 uren gebragt moeten worden.

Uit dit overzigt van den gang blijkt, dat deze tijdmeter, gedurende de dagen der waarneming, een' goeden gang heeft gehad; alleen tusschen den 31^n Mei en 3^n Junij is hij, in vergelijking van den vroegeren gang, wat klein; hetgeen ook welligt aan de waarneming van den 3^n is toe te kennen, dat zich echter, op den 5^n, door iets te groot weder herstelt.

Om nu den gemiddelden gang uit alle deze gangen te hebben, heeft men slechts de som dezer gangen te deelen door hun aantal; of $+ 4^s,6$ gedeeld door 4 geeft $+ 1^s,15$ als de gemiddelde gang of dagelijksche vertraging van den tijdmeter.

De stelling of stand van den tijdmeter wijst aan, zoo als reeds gezegd is (§ 288), hoeveel de tijdmeter op eenige dagteekening *vóór* of *na* is op het oogenblik, als het te *Greenwich* middag of 0^u is. Volgens de opgave of waarneming was de tijdmeter, bijv., den 5^n Junij, te $8^u 18^m 6^s,6$'s morgens, *na* $55^s,3$; dit geeft:

den 5^n Junij was de middelb. tijd der waarneming	$8^u 18^m 6^s,6$
lengte in tijd	0. 19. 37 ,2
dus tijd op *Greenwich* den 5^n 's morgens	$7^u 58^m 29^s,4$ of

nagenoeg 4^u vóór den middag, en dit geeft, volgens den gang van $+ 1^s,15$ of $1^s,2$: $24^u : 4^u = 1^s,2 : x$;

komt $x = 0^s,2$, en dus is de tijdmeter op den middag *na* $55^s,5$.

Het geheel van de bepaling der stelling wordt nu:

den 5^n Junij de tijdmeter *na* of	$+ 55^s,3$
correctie of verloop tot den middag	0 ,2
dus de tijdm. op de plaats der waarn., te 0^u *Gs*. tijd, *na*	$+ 55^s,5$
lengte in tijd van de plaats der waarneming	$- 0^u 19^m 37,2$
derhalve het horologie *vóór* op *Greenwich*	$0^u 18^m 41^s,7$.

Men heeft dus voor onzen tijdmeter, volgens de gedane waarnemingen: als gang $+ 1^s,15$ en voor stelling, den 5^n Junij 1837, te 0^u te *Greenwich*, $- 18^m 41^s,7$. Had men in deze eenige reden, om aan de juistheid der waarneming van den 5^n te twijfelen, zoo zoude men beter doen, de waarneming van een' der andere dagen tot de bepaling van den stand te bezigen, en in dat geval ook den verkregen gang voor den 5^n buiten rekening te laten.

2°. *Den gang en de stelling te vinden door overeenstemmende hoogten.*

§ 300. Bij alle methoden, om den gang van eenen tijdmeter te bepalen, bekleedt die door overeenstemmende hoogten (§ 280) eene eerste plaats. Men geraakt door deze tot eene groote naauwkeurigheid; vooral als men de zon nabij den eersten verticaal waarneemt, ja zelfs heeft deze nog eene genoegzame snelheid in rijzing, al is zij ook meer of min ver daarvan verwijderd. Het is evenwel eene waarneming, die de zeeman, zoo hij eenige zekerheid verlangt, aan den wal moet doen, en bij welke hij zich dan van een waarnemings horologie moet bedienen, om den tijd des tijdmeters bij de waarneming bekend te hebben, tot welk einde hij vóór en na zijne waarnemingen het horologie met den tijdmeter moet vergelijken, of zich door seinen van boord bij den tijdmeter met de waarneming aan den wal in overeenstemming moet stellen.

Voorb. Den 7^n Mei 1839 zijn door mij, op $52° 22' 39''$ N. breedte en $4° 54' 17'',6$ O. lengte, de hier na te noemen overeenstemmende dubbele hoogten, of volgens eenen kunst-horizon, met de daarbij overeenstemmende tijden van een waarnemings horologie, genomen; het waarnemings horologie verschilde met den tijd van den tijdmeter aan boord $- 1^m 2^s$ of was $1^m 2^s$ *vóór* op den tijdmeter; *vrage* hoeveel de tijdmeter *vóór* of *na* was? *Antw.* De tijdmeter was *na* $3^m 55^s,70$.

Tijden 's morgens van 't waarn. horol.	⊙s *gelijke vóór- en nam. hoogten.*	*Tijden 's nam. van 't waarn. h.*
$8^u 32^m 51^s$	$73° 30'$	$3^u 14^m 32^s$
32. 15	73. 20	15. 9
31. 40	73. 10	15. 44
31. 2	73. 0	16. 19
30. 29	72. 50	16. 53
29. 52	72. 40	17. 29
29. 18	72. 30	18. 5
28. 44	72. 20	18. 39
28. 9	72. 10	19. 15
27. 32	72. 0	19. 52
$297^m 292^s$		$167^m 297^s$
10)		
$8^u 30^m 11^s,2$	tijd. v. 't waarn. horol.	$3^u 17^m 11^s,7$
1. 2 ,0	h. horol. vóór op d. tijdm.	1. 2 ,0
$8^u 29^m 9^s,2$	tijd. van den tijdmeter	$3^u 16^m 9^s,7$.

Opgaven uit den Almanak;
den 6^{den} Mei 1839 te 0^u zonnetijd.

⊙s Declinatie =	$16° 25' 15'',5$ N. en
verand. in 1^u =	42 ,07.
Tijdv. *aftrek*. w. tijd =	$3^m 33^s,56$,
verander. in 1^u.... =	+ 0 ,201.

Verand. der declinatie in 24^u, van

den 6^n op den 7^n.... =	$16' 49'',7$
» 7^n » » 8^n.... =	$16' 33'',1$
2)	$32' 82'',8$
dus gemidd. verander. =	$16' 41'',4$.

Het gemiddelde der ochtend-waarnemingen met 12^u vermeerderd is...	$20^u\ 29^m\ 9^s,2$
het gemiddelde der namiddag-waarnemingen is	$3.\ 16.\ 9\ ,7$
som	$23^u\ 45^m\ 18^s,9$
en de halve som of de tijd van doorgang volgens het uurwerk	$11^u\ 52^m\ 39^s,45.$

De verloopen tijd tusschen het gemiddelde der ochtend- en namiddag-waarnemingen is .... $6^u\ 47^m\ 0^s,5$ of $6^u,78$
en derhalve de half verloopen tijd........................ $3.\ 23.\ 30\ ,25.$

	$\odot^s$ Declin. den 6^n	Den 6^n te 0^u
Den 7^n te $0^u\ 0^m\ 0^s$ $\odot^e$ tijd	te 0^u... $= 16°\ 25'\ 15'',5$ N.	tijdvereffen.. $= -\ 3^m\ 33^s,56$
lengte-tijd $0\ \ 19.\ \ 37\ ,2$	verand. in	verandering
$23^u\ 40^m\ 22^s,8$ en	$23^u,67$,. $= +\ 16.\ 35\ ,8$	in $23^u,67$.... $=\ \ 4\ ,76$
dus de $\odot^e$ tijd, den 6^n, te	$\odot^s$ decl. $= 16°\ 41'\ 51'',3$ N.	$-\ 2^m\ 38^s,32$
Greenwich $= 23^u,67$.	$90.\ \ 0.\ \ 0$	$12^u\ \ 0.\ \ 0$
	$\odot^s$ p.afst. $= 73°\ 18'\ 8'',7.$	M. tijd op den waren middag $11^u\ 56^m\ 21^s,68.$

Verder heeft men nu:

Log. tang. breedte $52°\ 22'\ 39''$ $=$ 0,1130980
comp. log. sin. $\frac{1}{2}$v. tijd $3^u\ 23^m\ 30^s,25$ $=$ 0,1102600
0,2233580 *log.* van 1,6725
log. cot. $\odot^s$ pools afs. $73°\ 18'\ 9''$ $=$ 9,4770732
comp. log. tang. $\frac{1}{2}$v. tijd $3^u\ 23^m\ 30^s,25$ $=$ 89,9102895
99,3873627 » » 0,2440
log. 1,4282 $=$ 0,1548802
log. $282'',9$ (verand. van declin. in $6^u,78$) .... $=$ 2,4516329
complement log. 30........................ $=$ 8,5228787
1,1293918 *log.*

van de vereffening, zijnde	$13^s,47$
tijd van doorgang volgens het uurwerk........	$11^u\ 52^m\ 39\ ,45$
juiste tijd van het uurwerk bij den zons doorgang	$11^u\ 52^m\ 25^s,98$
middelbare tijd op den waren middag..........	$11.\ 56.\ 21\ ,68$
derhalve is de tijdm., den 7^n, op den middag, *na*	$3^m\ 55^s,70.$

Den 10^n Mei 1839, plaats als voren, heeft men weder met alle zorg eenige waarnemingen gedaan, waarvan de gemiddelde waarneming was:

Te $8^u\ 34^m\ 58^s,5$'s morgens $\frac{\odot^s}{\odot}$ $75°\ 45'$ en te $3^u\ 9^m\ 58^s,5$ na den middag, beide tijden gerekend volgens den tijdmeter; *vrage* als boven? *Antw.* De tijdmeter was *na* $3^m\ 54^s,69$.

Opgaven uit den *Almanak.*		Verandering der declinatie in 24^u,	
Den 9 Mei, te 0^u, zonnetijd.		den $9^n - 10^n$................	$= 15'\ 59'',0.$
$\odot^s$ Declinatie...... =	$17°\ 14'\ 54'',6$ N. en	» $10^n - 11^n$................	$= 15'\ 41\ ,6$
de verandering 1^u.. =	$+\ 39\ ,96.$		$31'\ 40'',6$
Tijdver. *aftrek w. tijd* =	$3^m\ 46^s,29,$		2)
verandering in 1^u... =	$+\ 0\ ,127.$	dus de gemidd. verandering..	$= 15'\ 50'',3.$

Op gelijke wijze als boven, heeft men de volgende dagen, op dezelfde plaats en met denzelfden tijdmeter, nog de navolgende uitkomsten verkregen, als: den 11^n, de tijdmeter *na* $3^m\ 54^s,12$; den 13^n en 14^n heeft men gevonden: $+3^m\ 53^s,20$ en $+3^m\ 52^s,80$; eindelijk had men, op den 18^n, nog eene waarneming door corresponderende hoogten, en de tijdmeter was alstoen, volgens die waarneming, *na* $3^m\ 50^s,56$.

Het geheel dezer waarnemingen nu zamentrekkende heeft men:

de tijdmeter, den 7^n Mei, *na* of	$+\ 3^m\ 55^s,70$		
10^n » ...	$+\ 3.\ 54\ ,69$	dagel. gang	$= -0^s,33$
11^n » ...	$+\ 3.\ 54\ ,12$	» »	$= -0\ ,57$
13^n » ...	$+\ 3.\ 53\ ,20$	» »	$= -0\ ,46$
14^n » ...	$+\ 3.\ 52\ ,80$	» »	$= -0\ ,40$
18^n » ...	$+\ 3.\ 50\ ,56$	» »	$= -0\ ,56$
			$5 \mid 2^s,32 \mid -0^s,46.$

Den 18^n was de tijdmeter op de plaats van de waarneming te 0^u of op den middag *na* ...	$0^u\ 3^m\ 50^s,56$
lengte in tijd van de plaats der waarneming ...	$0.\ 19.\ 37\ ,20$
dus de tijdmeter *vóór* op den *Greenwich's* tijd ...	$0^u\ 15^m\ 46^s,64.$

Men heeft dan nu voor den gebezigden tijdmeter als stelling, op den 18^n Mei: $-\ 15^m\ 46^s,64$ en voor gang $-\ 0^s,46$.

Aanmerking. In deze waarneming hebben wij gesteld, dat de middag te *Greenwich* en die van de plaats der waarneming weinig verschilden, ook was de gang te klein, om eenigen invloed op de bepaling der stelling uit te oefenen; waren echter de gang en de lengte groot, zoo zoude men nog eene kleine vereffening moeten toebrengen, om de stelling van den tijdmeter, te 0^u van de plaats der waarneming, tot 0^u te *Greenwich* te herleiden.

3°. *Den gang en de stelling te vinden door de doorgangen der zon.*

§ 301. Een astronomische verrekijker of zoodanige verrekijker, die de voorwerpen, daardoor gezien, omgekeerd vertoont, en die, tusschen twee assen geplaatst, steeds in den verticalen stand of in den meridiaan gesteld, zich alleen in het meridiaan-vlak beweegt, wordt *meridiaan-verrekijker* genoemd. Het is duidelijk, dat dit hoogst belangrijke werktuig, alleen op eene vaste plaats of in eenig observatorium gebruikt kan worden. Het is intusschen dit werktuig, dat voor het nagaan van den gang der tijdmeters in gemak en naauwkeurigheid boven alle andere ver de voorkeur verdient. Over het stellen van den meridiaan-verrekijker zullen wij hier weinig zeggen, en alleen des aangaande doen opmerken, dat zich dit werktuig in het vlak van den meridiaan moet bewegen, dat men het eerst door behulp van een kompas zoo na mogelijk in het meridiaan-vlak moet stellen; vervolgens bepaalt men, door corresponderende hoogten, of op eene andere wijze, met de uiterste naauwkeurigheid, hoeveel een tijdmeter vóór of na is op den zonnetijd. Door dezen tijdmeter kan dan het juiste oogenblik van den zonne- of waren-middag bepaald worden. Nemen wij aan, om ons in deze te bepalen, dat door waarneming bekend is geworden, dat een horologie op eenige plaats $11^u\ 3^m\ 17^s$ zal aanwijzen, als het aldaar middag is, of als het middelpunt der zon door den meridiaan zal gaan. Als nu op dien dag, volgens den *Almanak* (laatste kolom der 1^e bladzijde, § 215) de zons halve middellijn noodig heeft, $1^m\ 9^s,7$, om door den meridiaan te gaan, zoo vindt men, door dezen tijd af te trekken en bij te voegen van en bij den tijd van doorgang volgens het horologie, hoe laat de randen der zon, volgens dit horologie, aan den meridiaan zullen komen; bijv.:

20

volgens het horologie gaat het zons middelpunt door den meridiaan te . . . . $11^u\ 3^m\ 17^s,0$
af en bij den tijd van doorgang van ⊙^{s} $\frac{1}{2}$ middellijn . . $1.\ 9,7$
dus komt, volg. 't hor., de voorg. rand der zon aan den merid. te $11^u\ 2^m\ 7^s,3$
en de volg. » » » » » » » $11.\ 4.\ 26,7$.

Als er nu overluid op het horologie wordt gelezen, zoo wordt de middendraad van den reeds ten naasten bij gestelden verrekijker, op het oogenblik van $11^u\ 2^m\ 7^s,3$, volgens den tijdmeter, met de stelschroef, die zich nabij eene der assen van den verrekijker bevindt, aan den voorafgaanden rand der zon gebragt; bij de tweede aanraking van dien zelfden draad aan den volgenden rand der zon zal het horologie $11^u\ 4^m\ 26^s,7$ moeten aanwijzen, of men heeft alsdan gelegenheid de stelling des kijkers nog eens te onderzoeken of te verbeteren. — Er bevinden zich nabij de uiteinden der assen twee schroeven; eene is bereids genoemd en dient om de as van den verrekijker eene horizontale beweging te geven, terwijl de andere kan strekken, om de bekken der assen horizontaal te brengen. — Daar het stellen van eenen meridiaanverrekijker in den meridiaan met volmaakte naauwkeurigheid niet gemakkelijk te bereiken is, zoo herhaalt men die waarneming, of bepaalt men door overeenstemmende hoogten of volgens andere, in de werken der sterrekunde geleerd wordende, methoden, hoeveel seconden tijds of deelen van eene seconde de verrekijker zich buiten het vlak van den meridiaan bevindt; welk verschil men dan de *vereffening van den meridiaan-verrekijker* noemt.

De meridiaan-verrekijker heeft gemeenlijk buiten eenen horizontalen draad nog vijf andere, die dezen draad verticaal doorsnijden. Om nu vervolgens den tijd door eenen zons doorgang te vinden, wordt het oogenblik, volgens den tijdmeter of een ander uurwerk, opgeteekend, als de voorgaande rand der zon aan den eersten draad komt, en even zoo, als die rand aan de volgende draden verschijnt, waarna ook de tijden worden opgeteekend, als de volgende rand der zon aan die achtereenvolgende draden komt; het gemiddelde van deze tien aangeteekende tijden, bij eenen verrekijker met vijf verticale draden, is dan het oogenblik van den doorgang van het zons middelpunt door den middendraad volgens het gebezigde uurwerk. Vervolgens bepaalt men de tijdvereffening voor het oogenblik van den middag en hierdoor het oogenblik van den waren middag in middelbaren tijd voor de plaats der waarneming; het verschil tusschen den doorgangstijd, volgens het uurwerk en den laatst bepaalden middelbaren tijd, is nu de stand van het horologie; hierop wordt de vereffening van den meridiaan-verrekijker toegepast, waardoor dan met naauwkeurigheid de tijd of stand van den tijdmeter bekend wordt. Het verschil van den tijdmeter kan op gelijke wijze bij herhaling gevonden en aldus de gang weder bepaald worden, zoo als uit het volgende ontwikkelde voorbeeld zal blijken.

Voorb. Den 14^n Augustus 1838 zijn, op 4° 54′ 17″,6 ooster lengte, de volgende zons doorgangen waargenomen, zijnde de vereffening van den meridiaan-verrekijker $+\ 1^s,2$, en de tijden, die van eenen regulator of van eenen tijdmeter; *vrage* de tijd-stelling van het uurwerk? *Antw.* Het uurwerk was *na* $2^m\ 8^s,37$.

Opgave uit den Almanak, den 13^n Augustus, te 0^u zonnetijd.
Tijdvereffening $+\ 4^m\ 38^s,08$
verandering in 1^u — $0,44$.

Den 14^n Augustus 1838.

	Aanrak. van den voorsten rand der zon.		*Aanrak. van den volgenden rand der zon.*
1^n Draad te	$0^u\ 0^m\ 19^s,5$	....	$0^u\ 2^m\ 31^s,5$
2^n » »	0. 0. 48,0	....	0. 3. 00,0
3^n » »	0. 1. 14,0	....	0. 3. 27,0
4^n » »	0. 1. 41,5	....	0. 3. 53,5
5^n » »	0. 2. 9,0	....	0. 4. 21,0
	$0^u\ 4^m\ 132^s,0$		$0^u\ 15^m\ 133^s,0$
	0. 15. 133,0		
	$0^u\ 19^m\ 265^s,0$		

10)
$0^u\ 2^m\ 20^s,50$ tijd van doorgang volgens den tijdmeter
0. 4. 27,67 » » » » » middelbaren tijd
$0^u\ 2^m\ 7^s,17$
$+$ 0. 0^m 1,20 vereffening voor den meridiaan-verrekijker
$0^u\ 2^m\ 8^s,37$, zijnde de tijd, dien de tijdmeter bij den ⊙^{s} doorgang *na* is op den middelbaren tijd.

Den 14^n te. . . . . $0^u\ 0^m\ 0^s$
lengtetijd. . . . . 0. 19. 37,2 oost
$23^u\ 40^m\ 22^s,8$ of
$23^u,67$ na den midd. van 13 August. 1838.

Tijdvereffening te 0^u . . . $= +\ 4^m\ 38^s,08$
vera. in $1^u = -\ 0^s,44$ en $23^u,67 = -\ 10,41$
dus de tijdvereffening. . . . . . . $= 4^m\ 27^s,67$
de ware midd. heeft plaats te 0^u 0. 0
dus de zonne middag valt voor in middelb. tijd te. . . . . $0^u\ 4^m\ 27^s,67$.

Op gelijke wijze is gevonden, hoe veel het uurwerk op eenige volgende dagen *na* was, en het geheel dezer waarnemingen gaf het volgende:

							Gangen.
Den 14^n Augustus 1838,	het uurwerk	*na*	of		+	$0^u\ 2^m\ 8^s,37$	
							$+\ 0^s,53$
15	»	»	»	»	+	2. 8,90	
							+ 0,45
16	»	»	»	»	+	2. 9,35	
							+ 0,45
17	»	»	»	»	+	2. 9,80	
							+ 0,46
18	»	»	»	»	+	2.10,26	
							+ 0,47
25	»	»	»	»	+	2.13,55	
							som $= 2^s,36$.

De som der gangen is $2^s,36$ en dus de gang gelijk aan $2^s,36$ gedeeld door 5; dat $+\ 0^s,47$ tot gemiddelden gang geeft. Verder heeft men:
den 25^n was de tijdmeter *na*, te 0^u, ... $+\ 0^u\ 2^m\ 13^s,55$
lengte in tijd van de plaats der waarneming . . . . $-\ 0.\ 19.\ 37,20$
derhalve het horologie *vóór* op *Greenwich* . . . . $0^u\ 17^m\ 23^s,65$.

Men heeft dus naar aanleiding dezer waarnemingen: het uurwerk is, blijkens de gevondene dagelijksche verschillen of gangen: 1°. uitmuntend in gang; 2°. heeft tot dagelijkschen gang $+\ 0^s,47$, en 3° is de stelling voor *Greenwich* $-\ 17^m\ 23^s,65$.

4°. *Den gang te vinden door de doorgangen van vaste sterren door eenen vastgestelden verrekijker.*

§ 302. Het is almede niet moeijelijk den gang der tijdmeters te bepalen door de doorgangen van eene vaste ster door eenen der draden van eenen vast en onbewegelijk gestelden verrekijker. Te dien einde teekent men den tijd aan van den te onderzoeken tijdmeter, als eenige ster aan den draad of de draden van gezegden verrekijker komt, en worden op volgende dagen, die waarnemingen herhaald. Als nu die aanrakingen of doorgangen, volgens den tijdmeter, elk etmaal juist $3^m 55^s,91$ vertragen, zoo loopt het uurwerk gelijk, want het verschil tusschen eenen sterre- en middelbaren dag is $3^m 55^s,91$, (§ 270). Is het verschil of de vertraging van het uurwerk tusschen twee opvolgende aanrakingen aan den draad, in den verrekijker, *grooter* dan $3^m 55^s,91$, zoo is het duidelijk, dat de verachtering te groot is, en dat de tijdmeter dus te veel verachtert of na loopt op den sterredag; is integendeel het verschil kleiner, zoo heeft het omgekeerde plaats. Men heeft derhalve: *als het verschil tusschen twee achtereenvolgende aanrakingen grooter is dan* $3^m 55^s,91$, *zoo loopt de tijdmeter na en is het verschil kleiner, zoo loopt de tijdmeter vóór.*

Voorb. Den 17ⁿ November en eenige volgende dagen van eenig jaar, wijst een tijdmeter de volgende tijden aan, als eene en dezelfde ster door den draad van eenen vastgestelden verrekijker gaat:

17ⁿ Nov. tijd	$8^u 18^m 3^s$		
		vers. $3^m 58^s$, dus de gang voor een' sterredag	$+2^s,09$
18 » »	8. 14. 5		
		» 3. 59 » » » »	3,09
19 » »	8. 10. 6		
		» 7. 56,2 » » » »	2,19
21 » »	8. 2. 9,8		
		» 7. 57 » » » »	2,59
23 » »	7. 54. 12,8		
			som $= 9^s,96$.

De som dezer dagelijksche gangen is $9^s,96$ en gedeeld door hun aantal, of 4, heeft men $+ 2^s,49$ tot gemiddelden dagelijkschen gang. Als men zich slechts tot de eerste en laatste waarneming bepaalt, zoo heeft men: er verliepen tusschen de waarnemingen 6 dagen, en dus moet het verschil zijn $3^m 55^s,91 \times 6 = 23^m 35^s,46$, en dit geeft:

Eerste waarneming te	$8^u 18^m 3^s$
vertraging in 6 dagen =	$- 23. 35,46$
	$7^u 54^m 27^s,54$
de aanwijzing den 23ⁿ =	7. 54. 12,80
dus in 6 dagen vertraagd	$14^s,74$.

Door 6 gedeeld geeft dit tot gemiddelden dagelijkschen gang $+ 2^s,46$.

Eigenlijk is de gevondene gang slechts de gang voor eenen sterredag, dien men, daar die dag $23^u 56^m 4^s$ lang is, aldus tot eenen gang van 24^u herleidt:

$$23^u 56^m 4^s : 24^u = 2^s,49 : x;$$
$$\text{komt } x = 2^s,496.$$

Of de gang van den tijdmeter is in 24^u nagenoeg $+ 2^s,496$. Eene dergelijke herleiding tot 24^u M. tijd, zal eerst dan bepaald in aanmerking komen, als de gang buitengewoon groot is, bijv., 16, 18 of meer seconden.

Ten einde alle verschil in refractie zoo min mogelijk invloed te doen hebben, neemt men geene sterren van geringe hoogten, en stelt den vasten verrekijker zoo na mogelijk bij het vlak van den meridiaan.

5°. *Den gang en de stelling der tijdmeters te vinden door tijdballen.*

§ 303. Op sommige observatoria of in eenige zeeplaatsen heeft men tegenwoordig de zoogenoemde *tijdballen* of *tijdseinen*, dat is, op eenig gebouw is een lange staak opgerigt, en om dezen, een bal van eenige ligte stoffe, op en neer beweegbaar; of er wordt van eenig gebouw of schip op eenen bepaalden tijd, bijv., te 12^u of 1^u, eenig *tijdsein* gedaan; *het oogenblik van dit sein* wordt op den tijdmeter waargenomen, en volgens zijne aanwijzing aangeteekend en eenige volgende dagen herhaald, geeft het aanleiding den gang en de stelling van den tijdmeter te bepalen, zoo als uit de volgende voorbeelden zal kunnen blijken.

1° *Voorb.* Vergelijking van eenen tijdmeter met het vallen van den tijdbal van den telegraaf in het fort *William* te *Calcutta*, gelegen op 22° 33′ 31″,5 N. breedte en 88° 22′ 38″,9 oosterlengte; toen deze waarnemingen gedaan werden, viel de tijdbal op voornoemde plaats te 0^u, naar den middelbaren tijd of op den middelbaren middag.

1838 Jan. 4 middelb. tijd bij den val 0^u. Tijd v. d. tijdm. nº. 37	$-6^u 53^m 40^s$	
		vers. $- 9,0$
5 » » » » » » 0. » » » »	$-$ 49	
		» $- 9,0$
6 » » » » » » 0. » » » »	$-$ 58	
		» $- 8,3$
8 » » » » » » 0. » » » »	$-$ 54. 14,5	
		» $- 8,0$
9 » » » » » » 0. » » » »	$-$ 22,5	
		» $- 7,5$
10 » » » » » » 0. » » » »	$-$ 30	
		» $-10,0$
11 » » » » » » 0. » » » »	$-$ 40	
	gedeeld door	6 | $51^s,8$ | $= 8^s,63$;

dus is de gemiddelde gang $- 8^s,63$.

2° *Voorb.* Op dezelfde plaats, als voren, heeft men nog de navolgende waarnemingen gedaan; *vrage* den gang en de stelling van den gebezigden tijdmeter?

1838 Febr. 7 midd. tijd bij den val 0^u. Tijd v. d. tijdm. nº. 37	$-6^u 58^m 24^s,5$	
		vers. $- 6^s,5$
8 » » » » » » 0. » » » »	$-$ 31,0	
		» $-10,5$
9 » » » » » » 0. » » » »	$-$ 41,5	
		» $- 6,0$
10 » » » » » » 0. » » » »	$-$ 47,5	
		» $- 7,5$
12 » » » » » » 0. » » » »	$-$ 59. 2,5	
		$\frac{30^s,5}{4} = 7^s,625$;

de versnelling is dus volgens deze waarnemingen $7^s,63$.

Voor het bepalen der stelling heeft men op den 12^n Febr:

Tijdmeter *vóór*, den 12^n te 0^u, te Fort *William* .	—	$6^u\,59^m\,2^s,5$	
lengte van het Fort *William* 88° 22′ 38″,9 of .	—	5. 53. 30 ,6	of $5^u,9$
	—	$12^u\,52^m\,33^s,1$	
of	—	0. 52. 33 ,1	
de tijdm. versnelt nog in den lengte-tijd, of $5^u,9$	—	1 ,9	
	—	$0^u\,52^m\,35^s,0$.	

En men heeft dan: de tijdmeter n°. 37 heeft, den 12^n Februarij, tot stelling op *Greenwich vóór* $0^u\,52^m\,35^s,0$ en de gemiddelde gang is $7^s,63$ *vóórloopend*. Neemt men het midden uit dezen gang en uit dien op den 11^n opgemaakt, zoo vindt men voor gang — $8^s,13$.

3^e *Voorb.* Waarneming tot bepaling van den gang en stand van eenen tijdmeter gedaan te *St. Helena*. Volgens den tijdbal aldaar, gelegen op 15° 55′ 30″ Z. breedte en 5° 44′ W. lengte of $+\,0^u\,22^m\,56^s$, heeft men:

1838		*Tijd bij den val, toen deze waarn. gedaan zijn.*	*Tijd van den Tijdm. n°. 37.*	*Verschillen.*
Junij	9	1^u	*vóór* $2^u\,35^m\,33^s$	
				— $11^s,0$
	10	1	44	
				— 13 ,0
	11	1	57	

dus de gemiddelde gang versnellend of vóórloopend $\frac{24}{2} = 12^s$.

Den 11^n te		$1^u\,0^m\,0^s$
lengte-tijd	+	0. 22. 56
		$1^u\,22^m\,56^s$,

of $1^u,38$, zijnde het verschil met 0^u te *Greenwich*.

Den 11^n te *St. Helena* te		$1^u\,0^m\,0^s$
tijd des tijdmeters als toen	»	2. 35. 57
tijdmeter *vóór* of	—	$1^u\,35^m\,57^s$
lengte *St. Helena*	+	0. 22. 56
		$1^u\,13^m\,1^s$
verloop in gang vóór nagenoeg $1^u,38$	—	0 ,69
dus de stand op den 11^n te 0^u te *Greenwich vóór*		$1^u\,13^m\,0^s,31$.

In betrekking tot deze soort van waarnemingen moeten wij aanmerken, dat men hun aantal niet te klein moet nemen; de bijgebragte voorbeelden zijn onmiddellijke waarnemingen, en hun aantal te *St. Helena* waargenomen te gering, om met vertrouwen op den verkregenen gang te kunnen staat maken.

6°. *Den gang te vinden door plaatsen, waarvan de lengte bekend is.*

§ 304. Het zoude voor den zeeman eene zeer nuttige zaak zijn, de juiste opgaven der lengte te bezitten van eenige voorname zeeplaatsen of punten, die dan, in den weg zijner bestemming, bijv., naar de *Indiën*, naar *Zuid-Amerika* en elders gelegen, hem als *secondaire meridianen* zeer van dienst zouden kunnen zijn, om den gang zijner tijdmeters bij herhaling te onderzoeken of te verbeteren. Deze methode, om den gang te vinden door plaatsen, waarvan men de lengte kent, kan onder anderen kortelijk op de volgende wijze worden toegepast. Men heeft door de lengte van de bekende plaats, de juiste lengte van het punt, waar men zich met het schip bevindt, vervolgens ook door onmiddellijke waarnemingen den middelbaren tijd aan boord, en hierdoor met de lengte den tijd op *Greenwich*; deze tijd wordt nu ook volgens de laatste stelling van den tijdmeter bepaald, en de vergelijking dezer tijden geeft aanleiding, den gang te doen kennen. Of ook, op het oogenblik der waarneming wordt op de aanwijzing van den tijdmeter de laatst bepaalde stelling toegepast: dit geeft den tijd op *Greenwich* bij de laatste stelling, die tijd vergeleken bij den middelbaren tijd te *Greenwich*, door de waarneming en de juiste lengte te verkrijgen, zoo heeft men voor het verschil dezer tijden, het verloop van tijd, tusschen den dag van het bepalen der stelling en dien der waarneming; waardoor dan de gang van den tijdmeter, sedert de laatste opmaking bepaald kan worden, zoo als uit het volgende voorb. kan afgeleid worden.

Intusschen moeten wij hier vooral doen opmerken, dat, 1°. de stelling met alle zorg moet bepaald zijn, en 2°. dat ook de lengte van de plaats, waar men meent den gang te moeten en te kunnen onderzoeken, met volkomene naauwkeurigheid bekend moet zijn. Vooral met het laatste wordt, zoo als den steller dezes dikwerf uit tijdmeter-journalen, tijdmeter-rapporten, is gebleken, vaak achteloos gewerkt, en niet met genoegzame zorg naar de *juiste lengte van de plaats gezocht*; dat dan aanleiding geeft tot eene onjuiste beoordeeling van den gang des tijdmeters.

Voorb. Op den 9^n October 1839 werden er drie tijdmeters aan boord van eenig schip ontvangen, die, volgens opgave van den observateur, de navolgende standen en gangen hadden:

Den 8^n October 1839.

N°. 728	door ARNOLD en DENT	*na*	op *Greenwich*	$0^u\,12^m\,43^s,8$,	gang	$4^s,7$	*vóórloopend.*
» 208	» BROWN	*vóór*	»	0. 14. 5 ,2,	»	3 ,5	*idem.*
» 885	» PARKINSON en FRODSHAM	*vóór*	»	0. 17. 23 ,2,	»	5 ,9	*idem.*

Nadat deze tijdmeters aan boord waren gebragt en hunne bestemde plaatsen hadden ingenomen, had men geene gelegenheid, om deze opgaven nader door onmiddellijke waarnemingen te toetsen, en men verliet *Texel*, den 17^n October. Den 20^n October peilt men des morgens omstreeks $9^u\,9^m$, het licht-schip van de *Owers*, N. t. W. $\frac{3}{4}$ W. en de *Calver-klip*, op het eiland *Wight*, W. N. W. $\frac{3}{4}$ W.; de peilingen (beide regtwijzend) overgebragt in eene kaart van het *Kanaal*, die men aan boord had, en waarop men vertrouwen meende te mogen stellen, gaven voor de plaats van het schip 50° 36′ N. breedte

en $0^\circ\,37'\,30''$ of $0^u\,2^m\,30^s$ W. lengte van *Greenwich*. Door eenige zons hoogten, op den gemelden tijd en de genoemde plaats genomen, kreeg men als middelb. tijd aan boord . . $9^u\ \ 7^m\,51^s,34$
lengte-tijd . . . . $+\,0.\ \ 2.\ 30\ ,\ 0$
dus de M. tijd op *Greenw.*, den 20^n 's morg. $=$ $9^u\,10^m\,21^s,34$.

Of ook, tijd bij de waarn., den 19^n, te $21^u\ \ 7^m\,51^s,34$
lengte in tijd . . . . $+\,0.\ \ 2.\ 30\ ,\ 0$
tijd bij de waarn. op *Greenwich*, den 19^n, te $21^u\,10^m\,21^s,34$
» » » stelling » » » 8 » $0.\ \ 0.\ \ 0\ ,\ 0$
dus de verl. tijd tusschen de tijdstippen, $11^d\ 21^u\,10^m\,21^s,34$; zijnde (volgens Tafel XLVI) nagenoeg $11^d,9$.

Bij het gemiddelde oogenblik der waarneming of zons hoogten wezen de tijdmeters N°. 728 $8^u\,58^m\,29^s,4$, N°. 208 $9^u\,24^m\,59^s,4$ en N°. 885 $9^u\,28^m\,2^s,4$ en dit geeft nu :

	N°. 728		n°. 208		n°. 885
	$+8^u58^m29^s,4$		$+9^u24^m59^s,4$		$+9^u28^m\ 2^s,4$
Stand den 8^n	$+0\ 12.\ 43\ ,8$		$-0\ 14.\ \ 5\ ,2$		$-0.17.\ 23\ ,2$
M. tijd Gr. volg. Tijdm.	$+9^u11^m13^s,2$	den 8^n	$+9^u10^m54^s,2$		$+9^u10^m39^s,2$
» » » » waarn.	$+9.\ 10.\ 21\ ,34$	» 20^n	$+9.\ 10.\ 21\ ,34$		$+9\ 10.\ 21\ ,34$
in $11^d,9$ versnell.	$-0^u\ 0^m51^s,86$	versnell.	$-0^u\ 0^m32^s,86$	versnell.	$-0^u\ 0^m17^s,86$
dus in 24^u	$-\ \ 4\ ,36$		$-\ \ 2\ ,76$		$-\ \ 1\ ,50$
de opgegevene gangen waren	$-\ \ 4\ ,7$		$-\ \ 3\ ,5$		$-\ \ 5\ ,9$.

Voor N°. 728, bijv., heeft men nu: volgens de waarneming op den 20^n, en de opgegevene stelling van den 8^n, is de tijd op *Greenwich* $9^u\,11^m\,13^s,2$, terwijl deze inderdaad volgens de waarneming en de juiste lengte $9^u\,10^m\,21^s,34$ is; dit duidt aan, dat de tijdmeter, sedert den 8^n October, nog steeds vóórloopend is: dat voor eenen dagelijkschen gang geeft $-\ 4^s,36$. Even zoo worden de gangen voor de andere tijdmeters gevonden.

Uit deze waarneming blijkt verder, dat de gangen van N^{os}. 728 en 208 weinig aan boord zijn veranderd, weshalve men die twee gangen zoude kunnen behouden, tot dat men door nieuwe en herhaalde waarnemingen zich van de deugdelijkheid der nieuwe gangen konde overtuigen. De gang van N°. 885 schijnt zich echter in het overbrengen naar het schip of aan boord aanmerkelijk te hebben veranderd, weshalve men $-\ 1^s,5$ als nieuwen of *scheeps zeegang* zoude kunnen aannemen.

Opmerking. De gang van eenen tijdmeter kan ook naar aanleiding der afstanden verbeterd of bepaald worden. Te dien einde berekent men de lengte door afstanden (§ 313) en vergelijkt deze lengte met die, welke men door de tijdmeters verkrijgt, waardoor de gang met meerdere of mindere naauwkeurigheid bekend zal worden. — Op observatoria of andere inrigtingen aan den wal worden de gangen der tijdmeters gevonden, door ze dagelijks te vergelijken met regulators of astronomische klokken, wier gangen met naauwkeurigheid bekend zijn.

§ 305. Naar aanleiding van het aangevoerde in de laatst voorgaande §§, is het blijkbaar, dat de gangen der tijdmeters op onderscheidene wijzen meer of min gemakkelijk bepaald kunnen worden. Het bijgebragte moet slechts aangemerkt worden, als ten algemeenen leidraad opgegeven, en moet in toepassing naar omstandigheid gewijzigd worden. In het getal van waarnemingen tot het bepalen van de gangen der tijdmeters mag men niet te karig zijn. En ofschoon de zeeman slechts van eenen gemiddelden gang gebruik maakt, zoo moet hij evenwel niet nalaten, indien hij daartoe gelegenheid heeft, den dagelijkschen gang zorgvuldig na te gaan, om bij herhaling daardoor eenen gemiddelden zee-gang te kunnen vinden, *en hiermede moet hij voortgaan, namelijk met het bepalen van den gang aan boord, zoo lang hij door zijne tijdmeters de lengten aan boord wenscht te vinden.*

§ 306. Hoe veel een goede tijdmeter in gang van den eenen dag op den anderen mag verschillen, om nog evenwel den naam van eenen goeden tijdmeter te blijven behouden, durf ik schier niet te bepalen, en meen, dat enkele afwijkingen, soms van 1 tot $1^s,8$ in de dagelijksche gangen, als geoorloofd mogen worden aangemerkt. Men treft ook zelfs bij zeer uitmuntende tijdmeters nog somtijds enkele afwijkingen in den gang aan, die dan één, twee of drie dagen voortduren, waarna deze werktuigen weder tot hunnen vroegeren of geregelden gang terug keeren, en dan daarin voortgaan; dergelijke kleine sprongen in den gang zijn op zee, bij het bezit van slechts één' tijdmeter, niet op te merken, en hebben bij eenen gemiddelden gang, waarvan men steeds in de toepassing dezer werktuigen gebruik maakt, ook minder of weinig invloed.

Heeft men twee of drie tijdmeters, zoo geeft het aanteekenen der onderlinge verschillen wel gelegenheid tot eenige, maar niet tot eene volkomene beoordeeling, en moet men daaromtrent met omzigtigheid tot eenig besluit komen. Want al ligt, en vooral bij het begin dezer soort van waarnemingen, kan men zich gemakkelijk in het lezen op de tijdmeters *ééne seconde* vergissen; heeft dit ongelukkig bij beide tijdmeters in tegenovergestelden zin plaats, zoo bedraagt dit 2^s, voegt men hier nog bij de mogelijke enkele afwijkingen van somtijds 1 of 2^s in den gang, zoo kan het onderling verschil hierdoor nog vergroot worden, en een en ander zoude in het hier gestelde geval aanleiding kunnen geven tot eene buitengewone afwijking van 4^s in de gewone verschillen, zonder dat men daarom regt zoude hebben, om deze tijdmeters onmiddellijk af te keuren. De vorderingen, die men ook in het vervaardigen dezer werktuigen maakt, zullen de hier gestelde grenzen wel meer en meer vernaauwen, en daardoor de tijdmeters nog meer in waarde voor de zeevaart doen toenemen.

DERDE AFDEELING.

De lengte door tijdmeters te vinden en het bepalen en toepassen van meridiaans afstanden.

1°. *De lengte door tijdmeters te vinden.*

§ 307. Als men één of meer tijdmeters bezit, en van elk afzonderlijk den stand en gang bekend heeft, kan men van elke plaats, waar men gelegenheid heeft eenige hoogte-waarnemingen te doen en daardoor den tijd te bepalen, de geographische lengte dier plaats berekenen, en te dien einde schikke men zich naar den volgenden regel:

Men neemt eenige hoogten der zon of van eenig ander hemelligchaam, en wel op het oogenblik, als dit zich nabij het oosten of westen of genoegzaam ver van den meridiaan bevindt (§ 277); te gelijk met die hoogten teekent men de tijden aan van den tijdmeter. Uit deze hoogten en tijden neemt men gemiddelde uitkomsten. Door toepassing van de stelling en het verloop, dat de tijdmeter nog, sedert het bepalen van de stelling, is verloopen, wordt de overeenstemmende tijd op Greenwich *bepaald, en voor dezen tijd de benoodigde opgaven uit den Almanak berekend, die men voor de bepaling van den tijd aan boord zal benoodigd hebben. Vervolgens berekent men met naauwkeurigheid door de ware hoogte den middelbaren tijd aan boord. Het verschil van den middelbaren tijd op* Greenwich, *volgens den tijdmeter, en dien aan boord, door de waarneming, is de lengte in tijd van de plaats der waarneming. Is de tijd aan boord grooter of later dan die op* Greenwich, *zoo is men op ooster, en omgekeerd, heeft men het vroeger, zoo is men op wester lengte. Heeft men de stelling niet naar* Greenwich, *maar naar eene andere plaats, A, bijv., zoo brengt men den tijd des tijdmeters, na toepassing van de stelling en het verloop, door den lengte-tijd van A tot tijd op* Greenwich.

§ 308. Wij zullen den regel der voorgaande § met de volgende voorbeelden nader trachten toe te lichten en in praktischen zin leeren toepassen.

1° *Voorb.* Den 19^n Mei 1845 bevindt men zich, na den middag, op 42° 16′ N. breedte, het oog 7,6 el boven het water verheven, en men neemt aldaar de volgende hoogten met de overeenstemmende tijden van den tijdmeter N°. 1039, door PARKINSON en FRODSHAM; *vrage* de lengte? *Antw.* De wester lengte is 55° 43′ 51″.

Tijden op den tijdmeter.	☉s Hoogten.
$6^u\,58^m\,40^s$	44° 7′ 0″
6. 59. 36	43. 56. 30
7. 0. 51	43. 44. 30
7. 2. 12	43. 33. 0
7. 3. 21	43. 24. 0

De tijden van den tijdmeter zijn na den middag van den 19^n.

OPGAVE VAN STAND EN GANG.

N°. 1. *Londen*, *Change Alley*, den 17^n Maart 1845.

De TIJDMETER N°. 1039, gemaakt door PARKINSON en FRODSHAM, is op heden, te 0^u, of middelbaren middag op *Greenwich* .... *vóór* $0^u\,1^m\,18^s{,}0$.

De gang van den tijdmeter in 24^u is 7,8 seconde vóórloopend, en te 9^u 's morgens opgewonden (1)

In den *Almanak* voor 1845 vindt men, den 19^n Mei, te 0^u M. tijd.

☉s Declinatie 19° 48′ 0″ N., en verand. in 1^u + 31″,6.

Tijdvereffening, *bijtellend bij den M. tijd* $3^m\,47^s{,}89$ en verand. in 1^u − $0^s{,}116$.

☉s ½ Middellijn = 15′ 48″,9.

(1) Het hier omhaalde geeft ons eene aanduiding of een afschrift van eene *opgave van stand en gang*, zoo als men die bij elken tijdmeter ontvangt van den Observateur, die aan den wal den tijdmeter, vóór zijne komst aan boord, heeft waargenomen.

Oplossing.

Tijd. Tijdm.	☉s Hoogten.
$6^u\,58^m\,40^s$	44° 7′ 0″
6. 59. 36	43. 56. 30
7. 0. 51	43. 44. 30
7. 2. 12	43. 33. 0
7. 3. 21	43. 24. 0
$33^u\,122^m\,160^s$	216° 164′ 60″
5)	
$7^u\,0^m\,56^s$	43° 45′ 0″.

Dagelijksche gang van den tijdmeter — 7^s, 8
tijd van 17 Maart tot 19 Mei $6^u\,59^m\,38^s$ = $63^d{,}29$
het product of *verloop* .... = $-8^m\,13^s{,}7$.

− 0. 1. 18 stelling op den 17^n Maart,
$6^u\,59^m\,38^s$ tijdm. *na* op den 17^n »
− 8. 13 ,7 nog verloopen
$6^u\,51^m\,24^s{,}3$ de middelb. tijd op *Greenwich*, op het oogenblik der waarneming, overeenkomende met den 19^n, te $6^u{,}86$.

☉s Geschotene hoogte ...... 43°45′ 0″
kimd., Taf XVII, — 4′53″,2 }
☉s ½ middellijn ... +15.48 ,9 } + 10.55 ,7
43°55′55″,7
Str. voor 43°56′, T XX, —1′0″,5 }
verschilz. » » XXI, + 6 ,2 } — 54 ,3
☉s ware hoogte .... 43°55′ 1″,4.

☉s Declinatie, den 19^n, te 0^u, = 19°48′ 0″ N.
vera. in 1^u = 31″,6 en in $6^u{,}86$ = + 3.36, 8
☉s declinatie .... = 19°51′36″,8 N.
90. 0. 0
☉s pools afstand .... = 70° 8′23″,2.

Tijdvereff., den 19^n, te 0^u, = $3^m\,47^s{,}89$
ver. in 1^u = $0^s{,}116$; in $6^u{,}86$ = — 0 ,80
dus de tijdvereffening .... = $3^m\,47^s{,}09$, *aftrekkend van den waren tijd.*

☉s Ware hoogte = 43° 55′ 1″
breedte = 42. 16. 0 *log. secans* 0,1307551
☉s pools afstand = 70. 8. 23 » *cosec.* 0,0266302
som = 156° 19′ 24″
½ som = 78° 9′ 42″ » *cosinus* 9,3120734
½ som — ☉s ware hoogte = 34. 14. 41 » *sinus* 9,7502991
19,2197578
2)
9,6098789 is de

log. sin. van $1^u\,36^m\,7^s{,}98$ en mitsdien de uurhoek ..... = $3^u\,12^m\,15^s{,}96$
tijdvereffening op het oogenblik der waarneming ...... = 3. 47 ,09
middelbare tijd aan boord na den middag van den 19^n = $3^u\,8^m\,28^s{,}87$
te *Greenwich* volgens den tijdmeter .... = 6. 51. 24 ,30
en dus de lengte in tijd van *Greenwich* .... = $3^u\,42^m\,55^s{,}43$
en derhalve de wester lengte van de plaats der waarneming = 55° 43′ 51″.

Aanmerking. Wij hebben dit voorbeeld met eenige uitvoerigheid opgelost; het spreekt van zelven, dat men in dadelijke toepassing zich van alle tienden kan onthouden, als ook, dat de ware hoogte onmiddellijk door Tafel XVI te bepalen is, welk een en ander aanleiding tot eenige vereenvoudiging geeft. Ook kan men den uurhoek volgens eene der twee andere methoden van § 276 berekenen, en in deze die kiezen, welke men voor de gemakkelijkste houdt.

2° *Voorb.* Den 25^n Junij 1845 wordt, vóór den middag, op 10° 4′ 10″ Z. breedte, de navolgende waarneming gedaan; het oog is

5,8 el boven het water en de index-correctie $+ 1' 30''$; *vrage* de lengte? *Antw.* Men verkrijgt voor den tijd op *Greenwich*, na toepassing van den stand en het verloop, $20^u 56^m 51^s,9$; voor den uurhoek $4^u 54^m 10^s,84$, voor den middelb. tijd aan boord $19^u 8^m 0^s,90$ en dus voor de lengte $27° 12' 45''$ west.

Den 24^n, tijd volgens den tijdm. N°. 1660.	☉s Hoogten.
$23^u 28^m 35^s$	$10° 7'$
29. 22	10. 17
30. 48	10. 32
32. 6	10. 54
33. 24	11. 14.

OPGAVE VAN STAND EN GANG.

N°. 2. Londen, *Strand*, *N°.* 61, den 22^n April 1845.

De TIJDMETER N°, 1660, gemaakt door EDW. J. DENT, is op heden, te 0^u, of middelbaren middag op *Greenwich* .... *vóór* $2^u 31^m 45^s$.

De gang van den tijdmeter in 24^u is 2,1 seconde vóórloopend, en te 9^u 's morgens opgewonden.

Opgaven uit den *Almanak*, den 24^n Junij, te 0^u middelb. tijd.

☉s Declinatie $= 23° 25' 45''$ en tijdvereff. *bijtellend* bij den *zonnetijd* $= 2^m 0^s,63$,
verand. in $1^u = -$ 3 ,5 verand. in 1^u .... $= + 0$,529.
☉s Halve middellijn $15' 45'',1$.

3e *Voorb.* Den 18^n October 1845 vindt men, na den middag, op $15° 46'$ N. breedte, voor de gemiddelde uitkomst eener waarneming: de tijdmeter N°. 1212, door FRENCH, wijst $11^u 12^m 42^s$'s morgens naar *Greenwich*, en men heeft voor ☉s hoogte $12° 40'$, het oog was 4,7 el boven het water verheven en de index-correctie $+ 2' 30''$; *vrage* de lengte? *Antw.* De tijd op *Greenwich* wordt, volgens den tijdmeter den 17^n, $23^u 4^m 10^s,9$; de middelbare tijd gelijk $4^u 39^m 36^s,91$ na den middag van den 18^n, en dus is de oosterlengte $83° 51' 30''$.

OPGAVE VAN STAND EN GANG.

N°. 3. Londen, den 12^n Augustus 1845.

De TIJDMETER N°. 1212, gemaakt door FRENCH, is op heden, te 0^u, of middelbaren middag op *Greenwich* .... *na* $0^u 5^m 26^s$.

De gang van den tijdmeter in 24^u is 12,5 seconde voorloopend, en te 9^u 's morgens opgewonden.

Opgaven uit den *Almanak* voor 1845, den 17^n October, te 0^u M. tijd.

Zons declinatie ..... $= 9° 18' 40''$ Z. Tijdvereff., *bijtell. bij den middelb. tijd* $= 14^m 35^s,24$,
verand. in 1^u ...... $= + 54$,8. verandering in 1^u .... $= + 0$,485.
Zons halve middellijn $= 16' 4'',8$.

4e *Voorb.* Den 2^n April 1845 was de stand van den tijdmeter N°. 1920, door EDW. J. DENT, $- 1^u 10^m 15^s$ en de gang $+ 4^s,3$.

Den 25^n April 1845, vóór den middag, had men, op $27° 20'$ Z. breedte, eene waarneming, waarvan de gemiddelde uitkomst was: de tijdmeter $= 2^u 12^m 50^s$, namiddag van den 25^n April, en de zons bovenrands hoogte $= 18° 42' 50''$, de hoogte van het oog 8,8 el en de index-correctie $+ 2' 40''$; *vrage* de lengte? *Antw.* De middelbare tijd op *Greenwich* is $1^u 4^m 14^s,1$ na den 25^n, de middelb. tijd aan boord, na den 24^n, is $19^u 54^m 9^s,9$ en dus de de lengte $77° 31' 3''$.

Opgaven uit den *Almanak* voor 1845, den 25^n, te 0^u M. tijd.

Zons declinatie ..... $= 13° 14' 12''$ N. Tijdvereff., *aftr. zonnetijd* $= 2^m 8^s,37$,
verandering in 1^u ... $=$ + 48 ,5. verandering in 1^u .... $= + 0$,436.
Zons halve middellijn $= 15' 54''$,2.

5e *Voorb.* Den 27^n Januarij 1845 is men, des namiddags, op $6° 58'$ N., en neemt men de hier na te noemen waarneming; het oog is 5,3 el boven het water verheven; *vrage* als voren? *Antw.* De twee middelb. tijden zijn: $23^u 34^m 8^s,8$ en $4^u 45^m 0^s,98$, en dus de O. lengte $77° 43' 3''$.

Tijden volgens den tijdmeter N°. 100 door CRANENBERG.	☉s Hoogten.
$23^u 4^m 26^s$	$18° 41' 30''$
7 16	18. 12. 30
9. 30	17. 41. 0.

De tijdmeter wijst aan tijd na den middag van den 26^n, en stellen wij de ooster lengte van *Bombay* $4^u 51^m 37^s,6$.

OPGAVE VAN STAND EN GANG.

N°. 5. Bombay, den 16^n Junuarij 1845.

De TIJDMETER N°. 100, gemaakt door CRANENBERG, is op heden, te 0^u, of middelbaren middag te *Bombay* .... *na* $5^u 17^m 42^s,0$.

De gang van den tijdmeter in 24^u is 5,4 seconde naloopend, en te 9^u 's morgens opgewonden.

Opgaven uit den *Almanak* voor 1845, den 26^n Januarij, te 0^u M. tijd.

Zons declinatie ..... $= 18° 40' 11''$ Z. Tijdvereff., *aftrekk. middelb. tijd* $= 12^m 54^s,63$,
verandering voor $1^u = - 38$,5. verandering in 1^u .... $= + 0$,508.
Zons halve middellijn $= 16' 15''7$.

6e *Voorb.* Op $0^u 46' 30''$ N. breedte heeft men, den 28^n Mei 1845, voor gemiddelde waarneming: de tijdmeter N°. 102 door WIJSMULLER wijst $10^u 13^m 21^s$ na den middag en was toen de hoogte van de ster *Antares*, oost van den meridiaan, $30° 42' 30''$, de hoogte van het oog is 4,5 el; *vrage* de lengte? *Antw.* De middelb. tijd op *Greenwich* wordt $9^u 35^m 50^s,1$, de uurhoek $3^u 39^m 57^s,20$, de middelb. tijd aan boord $8^u 14^m 54^s,66$ en dus de lengte $20° 13' 52''$ W.

OPGAVE VAN STAND EN GANG.

N°. 6. *St. Helena*, den 5^n Mei 1845.

De **TIJDMETER** N°. 102, gemaakt door WIJSMULLER, is op heden, te 0^u, of middelbaren middag te *St. James town* ($0^u\,23^m\,1^s,3$ W. lengte) *vóór* $0^u\,54^m\,32^s,0$.

De gang van den tijdmeter in 24^u is 15,4 seconde vóórloopend en te 9^u 's morgens opgewonden.

In den *Almanak* voor 1845 vindt men te 0^u M. tijd.

Den 28^n Mei, ☉'s regte opkl. =	$4^u 20^m 28^s$, 5,	Den 21^n Mei, *Antares* r. opkl. =	$16^u 19^m 58^s$,7,
verandering in 1^u = +	10 ,17.	verandering in 10^d. = +	0 ,1.
Tijdvereff., *bijt. bij den midd. t.* =	3. 3 ,82,	Declinatie Z. =	26° 5′ 0″,
verandering in 1^u = —	0 ,310.	verandering in 10^d =	+ 0 .

7^e *Voorb.* Den 25^n Januarij 1845 wordt, vóór den middag, op 26° 53′ Z. breedte de hier na te noemen waarneming gedaan, als:

Tijdmeter N°. 100 door HOHWÜ.	☉'s Hoogten.
Wijst $16^u\,37^m\,16^s$	24° 23′ 15″
38. 0	32. 50
38. 47	39. 30

Index-correctie = + 1′ 15″ en het oog 5,8 el.

Buiten den genoemden tijdmeter had men nog drie andere tijdmeters aan boord, en had men kort vóór de voormelde waarneming, volgens deze tijdmeters, de volgende tijdverschillen waargenomen, namelijk:

1°. N°. 100 wees $16^u\,12^m\,41^s$ en tijdmeter N°. 1602 door E. J. DENT wees alstoen $16^u\,16^m\,18^s$; de stelling van dezen tijdmeter was $+\,7^m\,10^s$ en het verloop tot het oogenblik der waarneming $+\,2^m\,11^s$.

2°. N°. 100 wees $16^u\,13^m\,26^s$ en N°. 1705 door FRENCH $16^u\,23^m\,42^s$; de stelling van dezen tijdmeter was $+10^m\,12^s$ en het verloop $-\,7^m\,28^s$.

3°. Toen N°. 100 aanwees $16^u\,14^m\,35^s$ wees N°. 1840 door CH^s. FRODSHAM $16^u\,8^m\,53^s$; de stand van dien tijdmeter was $+\,15^m\,34^s$ en het verloop $+\,3^m\,2^s$.

Vrage de lengte, volgens deze tijdmeters, alsmede de gemiddelde uit allen. *Antw.* De O. lengte is volgens N°. 100 = 39° 12′ 21″

» 1602 = 39. 9. 13 ,5
» 1705 = 39. 8. 43 ,5
» 1840 = 39. 10. 13 ,5

40′ 31″,5
4) ————

en dus de gemiddelde ooster lengte . . . . = 39° 10′ 7″,9.

Opgaven uit den *Almanak*, den 24^n Januarij 1845, te 0^u M. tijd.

☉'s Declinatie. . . . = 19° 9′ 56″ Z., Tijdvereff., *aftr. v. d. middelb. t.* = $12^m\,27^s$,84,
hare verander. in 1^u = — 36 ,8. verandering in 1^u. . . . . = + 0 ,575.
☉'s Halve middell. = 16′ 15″,7.

OPGAVE VAN STAND EN GANG.

N°. 7. *Amsterdam*, den 15^n November 1844.

De **TIJDMETER** N°. 100, gemaakt door HOHWÜ, is op heden, te 0^u, of middelbaren middag op *Greenwich* . . . . *na* $0^u\,5^m\,13^s,0$.

De gang van den tijdmeter in 24^u is 6,4 seconde naloopend, en te 9^u 's morgens opgewonden.

Wij zullen hier nog eenige voorbeelden tot verdere oefening doen volgen, en hunne opgaven zoo kort mogelijk zamentrekken.

8^e *Voorb.* Den 25^n Junij 1851 is de stelling van eenen tijdmeter $-\,2^m\,13^s,8$, en de gang $+\,6^s,9$.

Den 8^n Julij nam. aan boord, op 47° 46′ N. br., heeft men eene waarneming gedaan, die tot gemiddelde uitkomsten gaf: de tijdmeter wees $2^u\,50^m\,15^s$ nam., ☉'s H. = 26° 32′ 17″, het oog 8,2 el, index-correctie + 5′ 10″; *vrage* de lengte? *Antw.* De bekomene lengte oost is 33° 11′ 38″.

Aanteekening uit den *Almanak*, den 8^n Julij 1851.

☉'s Declinatie, te 0^u. . . . . . = 22°32′14″N., tijdvereff., *aftr. v. d. middelb. t.* = $4^m\,37^s$,64,
verandering in 1^u. . . . . = — 17 ,1 . . . . = + 0 ,385.
☉'s ½ Middellijn. . . . . = 15′45″,1,

9^e *Voorb.* Den 21^n October 1851, op 34° 37′ Z. br., 's morg. aan boord, wees de tijdmeter $6^u\,42^m\,10^s$'s morg., ☉'s H. 42° 19′ 52″, index-correctie — 2′ 30″, het oog 5,8 el. De stelling van den tijdmeter was, den 11^n October, $-\,11^m\,19^s,4$ en de gang $-\,4^s,1$. *Vrage* de lengte. *Antw.* De O. lengte was 33° 36′ 12″.

Aanteekening uit den *Almanak* den 20^n October 1851.

☉'s Declinatie, te 0^u = 10°14′ 3″ Z., tijdvereff., *bijtellend bij den middelb. tijd* = $15^m\,3^s$,09,
verandering in 1^u . . = + 53 ,8 . . . . = + 0 ,413.
☉'s ½ Middellijn . . . = 16. 5 ,9.

10^e *Voorb.* Den 7^n Augustus 1851 is de stelling van eenen tijdmeter *na* $17^m\,30^s$, en, den 13^n, $18^m\,45^s$ *na*.

Den 23^n Augustus 1851 's morgens, op 37° 40′ N. br., wijst gemelde tijdmeter $5^u\,53^m\,16^s$ namidd., ☉'s H. 37° 15′ 40″, index-correctie — 2′ 15″, het oog 5,8 el. *Vrage* den gang van den tijdmeter en de lengte van de plaats der waarneming? *Antw.* De gang is $+\,12^s,5$ en de lengte 144° 9′ 55″ west.

Aanteekening uit den *Almanak* den 23^n Augustus 1851.

☉'s Declinatie, te 0^u = 11°34′55″ N., tijdvereff., *aftrekk. van den middelb. tijd* = $2^m\,32^s$,42,
verandering in 1^u . . = — 51 ,0 . . . . = — 0 ,642.
☉'s ½ Middellijn . . . = 15.50 ,6.

11^e *Voorb.* De stellingen van eenen tijdmeter waren, den 2^n Januarij 1851, $+\,1^u\,12^m\,52^s,5$ en den 9^n = $+\,1^u\,13^m\,57^s$.

Den 30^n Januarij 1851 namidd., op 30° 20′ N. br., wees die tijdmeter $2^u\,39^m\,51^s$, 's nachts G^s. tijd, $\odot^s$ H. $17°\,42'\,54''$, index-correctie $+3'\,15''$, het oog 5,8 el. *Vrage* den gang en de lengte? *Antw.* De gang is $+9^s,2$ en de lengte $179°\,53'\,38''$ oost.

Aanteekening uit den *Almanak* den 29^n Januarij 1851.

$\odot^s$ Declinatie, te $0^u = 18°\,0'25''$ Z., tijdvereff., *aftrekk. van den middelb. tijd* $= 13^m 23^s,48$,
verandering in 1^u .. = — 40 ,6 .... = + 0 ,427.
$\odot^s$ $\frac{1}{2}$ Middellijn .. = 16.15 ,2.

12^e *Voorb.* Den 6^n Februarij 1851, was de stand van eenen tijdmeter, onder den meridiaan van $18°\,24'\,24''$ O. lengte *vóór* $27^m\,54^s,5$, en den 13^n aldaar *vóór* $29^m\,10^s$.

Den 3^n Maart 1851, op $48°\,57'$ N. breedte, is de hoogte van *Regulus* $17°\,42'\,16''$ O. van den meridiaan, en wees de tijdmeter toen $3^u\,10^m\,36^s$ nam., index-correctie $+2'\,10''$, het oog 7,2 el. *Vrage* den gang en de lengte? *Antw.* De gang is $-10^s,79$ en de ooster lengte $70°\,35'\,11''$.

Aanteekening uit den *Almanak* voor den 3^n Maart 1851.

$\odot^s$ Regte opkl. te $0^u = 22^u\,54^m\,55^s,0$, tijdvereff., *aftr. van den middelb. tijd*, $= 12^m\,15^s,38$,
verandering in 1^u .. = 9 ,32 .... = — 0 ,538.
Regulus regte opkl. = 10. 0. 26 ,8. *Regulus* declinatie.................. = $12°41'29''$ N.

13^e *Voorb.* Den 10^n April 1851, was een tijdmeter, te 0^u op *Paramata* (*Nieuw-Holland*) gelegen op $151°\,1'\,34''$ O. lengte, *na* $9^u\,34^m\,10^s$ en had tot gang $+5^s,8$.

Den 23^n Mei 1851, op $42°\,38'$ Z. br., toen die tijdmeter wees $3^u\,36^m\,14^s$'s morg., is de ☾ hoogte $= 27°\,34'\,14''$ west van den meridiaan, de index-correctie $-2'\,30''$, en de hoogte van het oog 6,2 el. *Vrage* de lengte? *Antw.* Men is gekomen op $111°\,41'\,18''$ ooster lengte.

Aanteekening uit den *Almanak* voor den 22^n Mei 1851.

☾^{s} $\frac{1}{2}$ Middellijn te 12^u..... =	$14'47''$,	Horiz. equat. parallaxis...... =	$54'14''$,
verandering in 12^u......... =	— 1.	.... =	— 1 .
☾^{s} Regte opklimming, te 15^u, =	$22^u 21^m\ 4^s,4$,	☾^{s} declinatie, zuid........... =	$13°22'20''$,
verandering in 3^u......... =	5. 48 ,7.	.... =	— 26.12 ,
$\odot^s$ Regte opklimming, te 0^u, =	$3.54.24^s,1$,	tijdvereff., *bijt. bij den midd. tijd* =	$3^m 39^s,81$.
verandering in 1^u........... =	+ 10 ,04	.... =	— 0 ,177.

2°. *Over de lengte-verschillen of meridiaans afstanden.*

§ 309. De geographische lengte van vele plaatsen is óf nog niet óf nog onvolkomen bekend. Het is voor de zeelieden van den tegenwoordigen tijd eene zeer aan te bevelen taak, zoo zij van goede tijdmeters voorzien zijn, om de lengte der plaatsen, die zij met hunne schepen aandoen, te bepalen, of na te gaan en te onderzoeken of de opgegevene lengten naauwkeurig zijn. Die lengteverbeteringen en waarnemingen zijn zeer belangrijk en voor de verbetering der zeekaarten van veel gewigt; zij eischen echter eene voortdurende, en, over de geheele reis, eene naauwkeurige waarneming van de tijdmeters, eene onophoudelijke aaneenschakeling van juiste gang-observatiën, en zorg voor de tijdmeters, die, helaas! slechts zeldzaam wordt aangetroffen, en van vele

zeelieden ook niet wel geëischt kan worden. Bij het bezit van goede tijdmeters kan echter elk zeeman, dien het verbeteren van de geographische positiën ter harte gaat, ook bij kleine gedeelten het zijne toebrengen tot verbetering van de geographische lengten, zoo hij slechts de *lengte-verschillen* of *meridiaans afstanden tusschen de plaatsen, die hij aandoet, met naauwkeurigheid tracht te bepalen, en daaraan, door behoorlijke mededeeling, de noodige openbaarheid geeft.*

§ 310. Stel, men bevindt zich in A en telt aan boord, volgens onmiddellijke waarneming, $2^u\,10^m\,8^s$ N. M.; volgens den tijdmeter was het toen te *Greenwich* $6^u\,14^m\,16^s$ N. M., de lengte van A is dus $6^u\,14^m\,16^s - 2^u\,10^m\,8^s$ of gelijk $4^u\,4^m\,8^s$ W. Men zeilt vervolgens eenige dagen, en komt te B, men vindt aldaar te $3^u\,30^m\,20^s$ voor tijd op *Greenwich*, volgens den tijdmeter, $7^u\,48^m\,48^s$, dit geeft voor de lengte van B $4^u\,18^m\,28^s$ W.

Men heeft dus: lengte van A $= 4^u\ \ 4^m\ \ 8^s$ west
» » B = 4. 18. 28 »
het verschil . . $0^u\,14^m\,20^s$ is hier het *lengte-verschil* of de afstand tusschen de meridianen van de plaatsen A en B, en dus B $0^u\,14^m\,20^s$ west van A.

Het lengte- of meridiaan-verschil tusschen twee plaatsen kan mede, onafhankelijk van de lengten, eenvoudig door het nemen van het verschil der stellingen voor de twee plaatsen gevonden worden. Veronderstel, men is, op den 3^n Maart, in C, en men vindt, dat de tijdmeter aldaar, op den middag, tot stelling heeft $-6^u\,4^m\,8^s,2$ of op den middag aldaar vóór is $6^u\,4^m\,8^s,2$. Na vertrek komt men, op den 12^n Maart, te D; aldaar vindt men, op den middag, dat de tijdmeter, na toepassing van den gang, sedert den 3^n Maart, vóór is $7^u\,58^m\,50^s,6$ of dat de stelling voor D is $-7^u\,58^m\,50^s,6$; zoo heeft men:

Den 3^n Maart is te 0^u, te C, de stell. v. d. tijdm. $= -6^u\ \ 4^m\ \ 8^s,2$
» 12^n » » » 0., » D » » » » » $= -7.58.50,6$
dus D west van C en is het lengte-verschil $=\ 1^u 54^m 42^s,4 = 28°40'36''$.

§ 311. Het lengte-verschil hangt af van de naauwkeurigheid der tijd-bepalingen op de twee plaatsen en van den *gang in den tusschentijd*, gedurende den tijd der verplaatsing tusschen de twee gedachte punten en eene vergrooting of verkleining in den gang zal natuurlijk eenigen invloed daarop uitoefenen. Een heen- en terug-varen tusschen A en B, binnen een kort tijdverloop, zal aanleiding kunnen geven het meer genoemde verschil bij herhaling te onderzoeken, en eindelijk door het nemen van een midden met naauwkeurigheid te bepalen zijn.

Heeft men nu eenige lengte-verschillen bepaald, zoo kunnen zij met de noodige bescheiden en opgaven, en in welke omstandigheden zij verkregen zijn, naar aanleiding van het volgende model aangeteekend worden.

JOURNAAL

van waargenomene lengte-verschillen of meridiaans afstanden, *aan boord van* . . . . .
van . . . . . *tot* . . . . . ; *door* . . . . .

Nº.	Dagteekening.	Plaatsen.	Ligging.	De punten der lengte-verschillen.	Lengte-verschillen of meridiaans afstanden.	Aantal Tijdmeters.	Grootste uiteenlooping of verschillen van 2 Tijdmeters.	Voorligging van den voorsteven.	Tusschentijd van de gang-bepalingen.	Tusschentijd van de waarnemingen.	Uiterste temperaturen.	Uiterste Barometershoogten.	Opmerkingen.
I.	1850 Octob.	*Sincapore*, *Hong Kong*	O	Batterij-Punt. Victoria-Cathedraal.	$0^u 41^m 19^s,02$ $10° 19' 45'',3$	5	$15^s,69$	N.N.O	$27^d,00$	$27^d,00$	80° tot 75	767,23 tot 765,10	Enkele hº. vóór midd. te *Sincapore*. Overeenst. hoogten te *Hong Kong*.
II.	Nov.	*Hong Kong*, *Amoy*.	O.	Victoria-Cathedraal. Citadel.	$0^u 15^m 50^s,76$ $3° 57' 41'',4$	5	7 ,88	N.N.O	27 ,00	13 ,00	60 tot 50	766,18 tot 759,10	
III.	Nov. Dec.	*Amoy*, *Shanghai*.	O	Citadel. Consuls vlaggestok.	$0^u 13^m 25^s,20$ $3° 21' 18'',0$	5	9 ,57	N.N.O	27 ,00	14 ,00	50 tot 43	764,12 tot 760,04	Enkele hº. vóór midd. te *Amoy*. » » » » » *Hong Kong*. Overeenst. hoogten te *Shanghai*.
IV.	Nov. Dec.	*Hong Kong*, *Shanghai*.	O.	Victoria-Cathedraal. Consuls vlaggestok.	$0^u 29^m 16^s,08$ $7° 19' 1'',2$	5	16 ,49	N.N.O.	27 ,00	27 ,00	60 tot 43	766,51 tot 764,10	
V.	Dec. Jan. 1851.	*Shanghai*, *Hong Kong*.	W.	Consuls vlaggestok. Victoria Cathedraal.	$0^u 29^m 16^s,47$ $7° 19' 7'',0$	5	12 ,50	Z.Z.W.	22 ,5	22 ,50	43 tot 57	763,12 tot 761,08	Overeenstemmende hoogten op beide plaatsen.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14 (1)

(1) Dit Model-Journaal is met eene kleine verandering overgenomen uit: *Notes on the menagement of chronometers*, *etc.*, by Capt. CH. F. A. SHADWELL, R. N., etc., 1855.

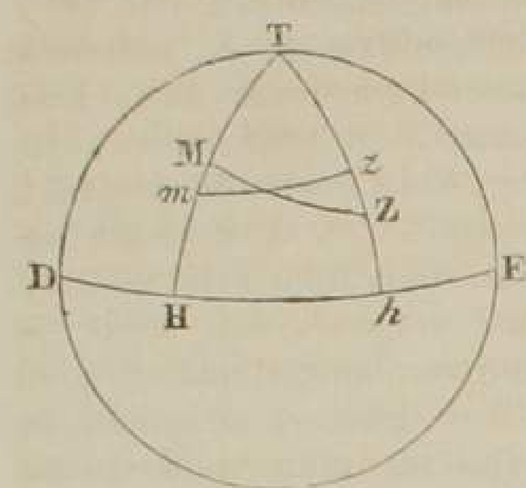
De kolommen 1, 2 en 3 dienen voor de aanteekeningen der Nºs, der dagteekeningen en der plaatsen van de waarnemingen, de kolom 4 heeft betrekking tot de plaatsen in Nº. 3 genoemd en duidt aan, hoe de tweede plaats ligt ten aanzien van de eerste, en zegt, bijv., in Nº. IV *Shanghai* oost van *Hong Kong*. De 5e kol. geeft ons bepaald de punten aan van de plaats in Nº. 3 genoemd. Kol. 6 bevat de lengte-verschillen in tijd en graden; zij bevat de eigenlijke uitkomsten, welke hier verlangd worden; in kol. 14 moet alles worden medegedeeld, dat niet wel in eene der andere kolommen aangeteekend kan worden, en dat strekken kan om den graad van naauwkeurigheid te beoordeelen, dien men aan de lengte-verschillen mag toekennen. Kol. 7 geeft te kennen het aantal tijdmeters, door welke de lengte-verschillen gevonden zijn; de namen en Nºs. dezer werktuigen worden mede in het journaal opgeteekend, alsook zoo mogelijk wanneer zij het laatst zijn schoongemaakt en meer of min vertrouwen verdienen. De kol. 8 bevat de uiterste verschillen tusschen twee der tijdmeters, die bij deze waarnemingen hebben gediend, de tusschentijden der gangbepalingen worden in Nº. 10 het verloop tusschen de tijd-waarnemingen in kol. 11 en de uiterste temperaturen en luchtdrukkingen in 12 en 13 opgeteekend.

§ 312. Heeft men op die wijze een aantal, zoo veel mogelijk onderling vereenigde, meridiaans afstanden tusschen onderscheidene plaatsen verkregen, zoo kunnen zij later dienen, wanneer men van slechts één hunner de onmiddellijke lengte van *Greenwich* bekend krijgt, om de lengte van allen te bepalen. Als ook kunnen zij aanleiding geven, om vervolgens andere tijdmeters daaraan te vergelijken, daardoor de gangen dezer tijdmeters te verbeteren of te bepalen, en aldus ook den zeeman van dienst zijn bij zijne gewone tijdmeters waarnemingen.

VIERDE AFDEELING.

De lengte door afstanden der Hemelligchamen te vinden.

§ 313. De hoekige afstanden der maan met eenige hemelligchamen worden, zoo als in § 225 bereids is opgemerkt, van 3 tot 3u in den *Almanak* vooruit berekend opgegeven. Meet men nu den afstand van de maan tot een dier hemelligchamen, en vindt men, bijv., dat, als die afstand juist 70° is, het dan 6u te *Greenwich* is, zoo zoude men dus al dadelijk hierdoor den tijd op *Greenwich* bekend krijgen, en slechts nog bij die waarneming door de hoogte van een der twee hemelligchamen, waar tusschen men den afstand bepaald heeft, den tijd aan boord moeten berekenen, waardoor men dan bekend krijgt: *ten eerste*, door den afstand, den tijd op *Greenwich*, en *ten tweede*, door de hoogte van een der hemelligchamen, den tijd aan boord; het verschil dezer tijden is nu, zoo als reeds in § 282 is opgemerkt, de lengte van de plaats der waarneming. Hoe eenvoudig deze waarneming en oplossing zich ook aldus voordoet, in hare toepassing eischt zij eenige nadere opheldering en eene meer of min uitvoerige berekening.



§ 314. De afstanden der hemelligchamen, welke men van de oppervlakte der aarde meet, zijn niet die, welke men onmiddellijk met die van den *Almanak* kan vergelijken, en die als uit het middelpunt der aarde en zonder den invloed der straalbuiging moeten worden aangemerkt. Laat DE de horizon en T het toppunt van de plaats eener waarneming zijn. Veronderstellen wij, dat men de maans en zons hoogten en den afstand dezer hemelligchamen heeft gemeten, en die hoogten voor kimduiking en halve middellijnen heeft verbeterd, zoo heeft men de schijnbare maans en zons hoogten of mH en zh, en als men op den gemeten' afstand der randen van de genoemde hemelligchamen hunne schijnbare halve middellijnen toepast, zoo verkrijgt men mz, of, zoo als men dit noemt, den schijnbaren middelpunts afstand dier hemelligchamen; neemt men de complementen der schijnbare hoogten, zoo zijn van den driehoek mTz bekend: de zijden mT en zT en de schijnbare afstand mz der twee hemelligchamen, en hierdoor zijn dan de drie zijden van den driehoek mTz bekend, en de $\angle$T kan, volgens § 102, berekend worden. De ware plaatsen der hemelligchamen, of die uit het middelpunt der aarde te zien, stemmen echter niet overeen met die van m en z. Voor de maan is het verschilzigt in hoogte steeds grooter dan hare refractie en mitsdien is hare ware hoogte ook immer grooter dan hare schijnbare hoogte; bij de andere hemelligchamen heeft het tegenovergestelde plaats, dewijl hunne refractie altijd grooter is dan hun verschilzigt; van daar, dat voor de andere hemelligchamen de schijnbare hoogten steeds met het meerdere der refractie boven het verschilzigt in hoogte moeten verminderd worden. Is dus mH de maans en zh de zons schijnbare hoogte, zoo kan men MH en Zh als hunne ware hoogten aannemen, of ook Zh als de ware hoogte van eene ster of planeet stellen, als men den afstand van een dezer hemelligchamen met de maan heeft genomen. De complementen der ware hoogten zijn TM en TZ en hierdoor wordt dan in den driehoek MTZ bekend: de complementen der ware hoogten of MT en ZT met den reeds berekenden hoek T, en kan dus, naar aanleiding van § 104, de ware afstand MZ gemakkelijk berekend worden.

1°. *Den waren hoekigen afstand van twee hemelligchamen door hunne schijnbare en ware hoogten door de klootsche driehoeken te berekenen.*

De regelen ter oplossing van de benoodigde termen in de driehoeken mTz en MTZ zijn eenvoudig en onmiddellijk door de gezegde §§ 102 en 104 te bepalen. In den driehoek mTz heeft men, door de complementen der schijnbare hoogten en den schijnbaren middelpunts afstand mz, de drie zijden van den driehoek bekend, en $\angle m$Tz kan berekend worden. Hierdoor heeft men dan in den driehoek MTZ bekend: $\angle$MTZ, de zijden MT en ZT de complementen der ware hoogten, en wordt, zoo als gezegd is, de ware afstand MZ door § 104 gevonden.

Op verschillende wijzen heeft men getracht deze berekening of het vinden van den waren afstand of boog MZ te verkorten, en de methoden, die onderscheidene geleerden daarvoor hebben opgespoord zijn vele

in getal; ook zijn, even als bij het vinden der breedte door twee hoogten (§ 257), daarvoor bepaaldelijk Tafels ontworpen, waardoor het berekenen van den waren afstand inderdaad aanmerkelijk bekort is. Wij verwijzen den leerling tot een volledig overzigt van dit onderwerp naar de *Verhandeling over het bepalen der lengte op zee*, door den onvergetelijken J. H. VAN SWINDEN, waarvan in 1824 een zevende druk in het licht is verschenen. In dit hoogst belangrijke werk, vindt men een geheel overzigt van alles, wat het vinden der lengte betreft, en ook de bewijzen der formulen, die wij hier zullen doen volgen en die bij de Nederlandsche zeelieden veelal in gebruik zijn.

Noemt men den schijnbaren afstand a, den waren afstand a', de schijnbare en ware hoogten der zon of van eenige ster H en H' en de maans schijnbare en ware hoogten h en h', zoo zijn, de berekening door de driehoeken de 1° stellende, de volgende formulen de voornaamste:

2°. *De formule van* DE BORDA:

$$Sin.\ \tfrac{1}{2}\, a' = cos.\ \tfrac{1}{2}\,(H' + h')\ cos.\ G.$$

De waarde van G wordt door deze formule bepaald:

$$Sin.\ G = \frac{\sqrt{\left(\dfrac{cos.\ \frac{1}{2}(H + h + a)\ cos.\ [\frac{1}{2}(H + h + a) - a]\ cos.\ h'\ cos.\ H'}{cos.\ H\ cos.\ h}\right)}}{cos.\ \frac{1}{2}(h' + H')}. \text{ (1)}$$

3°. *De formule van* KRAFFT:

$$\begin{aligned} Sin.\ versus\ a' &= sin.\ versus\ (H' - h') + sin.\ versus\ (a + p) \\ &\quad + \text{»} \quad \text{»} \quad (a - p) - [sin.\ vers.\ (H - h + p) \\ &\quad + \text{»} \quad \text{»} \quad (H - h) - p)].\ \text{(2)} \end{aligned}$$

Zie, ten aanzien der waarde van p, de Verklaring van Taf. XXXVIII.

4°. *De formule van* DE HARTOG en DUNTHORN:

$$Cos.\ a' = cos.\ (h' - H') - [cos.\ (h - H) - cos.\ a] \times \frac{cos.\ H'\ cos.\ h'}{cos.\ H\ cos.\ h}. \text{ (3)}$$

Wij zullen ten slotte der regels, om den waren afstand te berekenen, ook nog die door de Engelsche Tafels van Mevrouw TAYLOR doen kennen.

5°. *De methode volgens* M^rs. TAYLOR'S *Tafelen.*

Deze Tafels zijn met eene Hollandsche vertaling der beschrijving uitgegeven door wijlen den Heer J. C. PILAAR, en verkrijgbaar bij de Uitgeefster van dit werk. Het werkje bevat drie Tafels, en deze zijn:

(1) VAN SWINDEN, *Verhandeling over de lengte*, 7e druk, § 309. Als ook *Gronden der Zeevaartkunde*, door A. HOORWEG, § 91.

(2) VAN SWINDEN, § 328 en 328 *b*.

(3) VAN SWINDEN, § 313 en 86, alsmede het werk getiteld: *Volledige verhandeling over de berekening der lengte op zee*, door H. DE HARTOG, 1793, bladz. 83, en HOORWEG, § 91.

Tafel 1 en 2 *Afstands verbetering voor het verschilzigt der zon of der planeten.* Deze Tafels bestaan uit drie deelen, als bij ☾s hoogte, ☉s of planeets hoogte en nog eene verbetering bij planeets hoogte.

Tafel 3 is afgeleid uit de groote Tafelen te *Cambridge* uitgegeven; zij bevat de verbetering voor den schijnbaren afstand betrekkelijk den invloed der straalbuiging. Deze Tafel heeft drie ingangen, namelijk die van den schijnbaren middelpunts afstand, die der zons of sters hoogten, en die van de maans middelpunts schijnbare hoogte; de getallen kunnen met weinig omslag door eene drieledige invulling gemakkelijk gevonden worden. De regelen, die men nu te volgen heeft, om de verbeteringen te bepalen, zijn:

1°. Voor het maans verschilzigt:

Neem de complements log. sin. van de sters of zons middelpunts hoogte, tel daarbij den log. sin. van den schijnbaren middelpunts afstand en den prop. log. van het horizontaal verschilzigt; neem ook de som van den complement log. sinus van de maans middelpunts hoogte, den log. tang. van den schijnbaren afstand en tel ook hierbij op den prop. log. van het horiz. verschilzigt; deze beide sommen worden vervolgens in de prop. logn. opgezocht; die van de eerste wordt steeds het teeken — toegekend; de tweede erlangt het teeken +, als de afstand kleiner dan 90° is, en — als hij grooter is.

2°. Verbetering voor het verschilzigt der zon of planeet:

Neem voor den schijnb. afstand en de maans hoogte, uit Tafel 1, het getal seconden, en geef dit het teeken —; even zoo voor de zons of planeets hoogte, noem dit + als de afstand kleiner is, en — als hij grooter is dan 90°. Vereenig deze grootheden, overeenkomstig hunne teekens, en pas dit geheel, naar de uitkomst der teekens, op den schijnbaren afstand toe. Bij eenen planeets afstand zoekt men door dit getal en het planeets verschilzigt eene grootheid, die met het minus teeken (—) op den schijnbaren afstand wordt toegepast.

3°. De verbetering voor de straalbuiging.

Deze wordt gevonden door Tafel 3; de grootheden daarvan worden zoo na mogelijk door tusschenvoeging bepaald, en steeds bijgeteld bij den schijnbaren afstand; deze verbetering heeft alzoo steeds het teeken +.

De grootheden, in 1°, 2° en 3° gevonden, nu naar hunne teekens op den middelpunts schijnbaren afstand toegepast zijnde, krijgt men daardoor den waren middelpunts afstand, echter niet met die naauwkeurigheid, waarvoor de andere methoden vatbaar zijn.

§ 315. Wij zullen de formulen, in de voorg. § opgegeven, tot het vinden van den waren afstand, bij de oplossing van het volgende voorbeeld toepassen.

Voorb. Den 26s Mei 1841, op 13° 30′ N. breedte en 57° 15′ gegiste lengte oost, zijn des namiddags, toen de barometer aanwees 764,2 streep en de thermometer 82° FAHRENHEIT, eenige waarnemingen gedaan, waarvan het volgende de gemiddelde uitkomsten zijn, als: te 4u 0m middelb. tijd, naar gissing, ☉s hoogte = 32° 30′ 20″, ☾s hoogte = 71° 12′ 20″ en de afstand van ☉ en ☾ = 75° 6′ 50″; het oog was bij de waarneming 5,3 el boven het water verheven; *vrage* de lengte? *Antw.* De ooster lengte is 57° 14′ 12″,8.

Den gegisten tijd op Greenwich te vinden.

M. tijd aan boord, den 26n te .. 4u 0m 0s
lengte-tijd, Taf. XII, ... 3. 49. 0
geg. tijd te *Greenwich* 0u 11m 0s;
zijnde den 26n te 0u,2.

Aanteeken. uit den Almanak, den 26n Mei, te 0u.

☉s ½ Middellijn .... = 15′48″.
☾s ½ M. te 0u = 16′8″ en verschilz. te 0u = 59′14″,
ver. in 12u = — 4 .... = — 18.
Te 0u ☉ en ☾s afstand = 75°18′ 2″
» IIIu » » » » = 76.56.34.
☉s Dec. N. = 21°9′7″ en Tijdv. *aftr.* 3m 17s,94,
vera. in 1u = + 25″,5 en .... — 0,270.

☾s Hoogte.

☾s Geschotene bovenr. hoogte .. 71°12′20″
kimduiking .... — 4′ 4″,9
½ middellijn .. 16′ 8″
verand. voor 0u,2 — 0,1
verb. Taf XXII. + 15,8
verm. » XXIV. — 0,0
☾s schijnb. ½ M. 16′23″,7. — 16.23,7 .. 20 28,6
☾s schijnb. middelp. hoogte ... 70°51′51″,4
horizont. verschilzigt ... 59′14″
verbetering voor 0u,2 ... — 0,3
» Taf. XXIII — 0,7
horiz. verschilzigt ...... 59′13″,0
Taf. XXV 70°50′ *h.* en 59′ *V.* 19′2″
verb. voor 1′,9 hoogte .... — 1,7
» » 12″,9 verschilz. + 4,3
» » Baromet. T. LI. — 0,1
» » Thermom. T. LII. + 1,3
verbeter. door Taf. XXV .. 19′5″,8 + 19. 5,8
☾s ware middelp. hoogte .... 71°10′57″,2.

☉s Hoogte.

☉s Onderrs geschotene hoogte .. 32°30′20″
kimduiking .... — 4′ 4″,9
½ middellijn .... + 15.48,0 } + 11 43,1
vermind. Taf. XXIV. — 0. 0
schijnbare middelps. hoogte .... 32°42′ 3″,1
straalbuiging, Taf. XX .. 1′30″,7
verb. Baromet. » LI ... + 0,4
» Thermom. » LII .. — 5,7
verschilzigt, » XXI .. 7,3
1′18″,1 — 1.18,1
☉s ware middelp. hoogte ...... 32°40′45″,0.

☉ En ☾s schijnbare afstand.

Gemetene afstand .... 75° 6′ 50″
☉s schijnb. ½ middellijn 15. 48
☾s » » » 16. 23,7
schijnb. middelp. afstand .... 75° 39′ 1″,7.

Nadat men het overeenstemmende oogenblik op *Greenwich*, en vervolgens de schijnbare en ware hoogten der hemelligchamen en hunnen schijnbaren middelpunts afstand heeft bepaald, kan men den waren afstand vinden, óf onmiddellijk uit de twee bolvormige driehoeken zelven óf door eene der bovengenoemde formulen of methoden.

1°. *Den waren afstand te vinden door de twee bolvormige driehoeken.*

In de bolvormige driehoeken T*mz* en TMZ, fig. § 314, heeft men nu bekend:

T*m* = 19° 8′ 8″,6, het Complement van de ☾s schijnbare hoogte,
TM = 18. 49. 2,8, » » » » ☾s ware » ,
T*z* = 57. 17. 56,9, » » » » ☉s schijnbare » ,
TZ = 57. 19. 15,0, » » » » ☉s ware » ,
en *zm* = 75. 39. 1,7; vrage den boog ZM of den waren afstand?

Voor den ∠T heeft men in den driehoek *m*T*z* bekend de drie zijden:

*m*T = 19° 8′ 8″,6 *Log. cosec.* 0,4843818
*z*T = 57. 17. 56 ,9 » » 0,0749445
mz = 75. 39. 1 ,7
som = 152° 5′ 7″,2
½ som = 76. 2. 33 ,6
½ som — *m*T = 56. 54. 25 ,0 » *sinus.* 9,9231325
½ som — *z*T = 18 44. 36 ,7 » » 9,5069546
19,9894134
2)
9,9947067 *log. sin.* van 81° 4′ 21″,3
(2
en dus ∠HT*h* = 162° 8′ 42″,6.

In den driehoek MTZ zijn nu de ingesloten hoek T en de zijden MT en TZ bekend, en men vindt de zijde MZ, volgens § 104, door op eene der bekende zijden eenen loodregten boog te trekken: stel, men trekt eenen zoodanigen boog uit M op TZ; duiden wij dien boog aan door M*x*, zoo heeft men voor T*x*:

cot. MT : *rad.* = *cosin.* ∠T : *tang.* T*x*,
log. rad. + *log. cosin.* ∠T = 19,9785623
» *cot.* MT = 10,4675418
9,5110205 *log. tang.* van 162° 1′ 45″,4 = T*x*
57. 19. 15 ,0 = TZ
104° 42′ 30″,4 = Z*x*.

Voor MZ of den waren afstand heeft men eindelijk:

Cosin. T*x* : *cosin.* Z*x* = *cosin.* TM : *cosin.* ZM,
log. cos. TM = 9,9761440
» » Z*x* = 9,4046635
comp. » » T*x* = 0,0217217
9,4025292 *log. cos.* van 75° 21′ 55″,0;

zijnde de gevraagde ware afstand der hemelligchamen.

2°. *Den waren afstand te vinden volgens de formule van* DE BORDA.

☉s en ☾s schijnbare middelpunts afstand 75° 39′ 1″,7
☉s » hoogte........... 32. 42. 3 ,1 *compl. log. cos.* 0,0749445
☾s » » .... 70. 51. 51 ,4 » » » 0,4843818
som... 179° 12′ 56″,2
2)
½ som... 89° 36′ 28″,1 *log. cos.* 7,8353754
verschil ½ som en afstand............. 13. 57. 26 ,4 » » 9,9869846
☉s ware hoogte.................... 32. 40. 45 ,0 » » 9,9251610
☾s » » .... 71. 10. 57 ,2 » » 9,5086023
som der ware hoogten............... 103° 51′ 42″,2 som. 37,8154496
2)
½ som. 18,9077248
½ som dezer hoogten .... 51. 55. 51 ,1 » » 9,7900119
9,1177129 is
de *log. sin.* van .... 7. 32. 6 ,3 » » ..... 9,9962335 } de
½ som der ware hoogten............ 51. 55. 51 ,1 » » ..... 9,7900119 }
som 9,7862454 is
de *log sin.* van 37° 40′ 57″,5 = de ½ afstand, en dus de ware afstand = 75° 21′ 55″.

3°. *Den waren afstand volgens de formule van* KRAFFT.

Taf. XXXVIII, ∠pv. 70° h. en 59′ par. = 60° 30′ 52″
verbetering voor 51′,9 hoogte + 10 ,4
» » 13″ verschilz. + 7 ,1 ☾s ware h. 71°,10′57″,2
» T. XXXVIII A v. 33° ☉s hoogte + 3 ,0 ☉s » » 32.40.45 ,0
dus ∠p.... = 60° 31′ 12″,5 verschil 38°30′12″,2 *sin. vers.* 217429
schijnb. afst. = 75. 39. 1 ,7
☾s sch. h. = 70° 51′ 51″,4 som = 136 10′ 14″,2 *sin. versus* 1721405
☉s » » = 32. 42. 3 ,1 verschil = 15. 7′ 49 ,2 » » 034665
verschil = 38° 9′ 48″,3 som 1973499
∠p = 60. 31. 12 ,5
som.... = 98° 41′ 0″ 8 *sinus versus*... 1150977 }
verschil = 22. 21. 24 ,2 » » ... 075167 } som.................. 1226144
verschil 747355
de *sin. vers.* van 75° 21′ 57″,2, gelijk den waren afstand.

4°. *Den waren afstand te vinden volgens de formule van* DE HARTOG.

Log. vers. Taf. XXXVII v. 70° ☾s h. en 59′ 10″ verschilzigt = 9,993157
nog voor 51′,9 hoogte.... 38
9,993119
☾s schijnb. hoogte = 70° 51′ 51″,4 » 3″ verschilzigt 6
☉s » » = 32. 42. 3 ,1 *log.* Taf. XXXVII + 10 = 19,993113
verschil = 38° 9′ 48″,3 *nat. cos.* = 78625 T. XXXVII A 9
» afstand = 75. 39. 1 ,7 » » = 24784 19,993104
verschil = 53841 *log.* .... = 4,731113
☾s ware hoogte = 71° 10′ 57″,2 4,724217 *log.*
☉s » » = 32. 40. 45 ,0 van 52992
verschil 38° 30′ 12″,2 *natuur. cos.* » 78256
25264 *natuurl. cos.* van 75° 21′ 58″, gelijk aan den waren afstand.

5°. *Den waren afstand te vinden door de benaderings methode van* Mrs. TAYLOR'S *Tafelen.* (1)

Taf. 1 — 9″ *Comp. l. sin.* ☉s *h.* 32°42′ = 0,26741 *Comp. l. sin.* ☾s *h.* 70°52′ = 0,02468
+ 1 *log. sin. afstand* 75 39. = 9,98623 *log. tang. afstand* 75.39 = 0,59205
— 8″. *pr. log. verschilz.* 59′13″ = 48283 *pr. log. verschilz.* 59 13″ = 48283
73674 *prop.* 1,09956 *prop.*
log. van — 33′ 1″. *log.* van + 14′ 19″.
Tafel 3, 74° afstand, ☉s 32° en ☾s 70°, geeft + 1′ 46″
nog voor 1°,6 afstand................. » + 2 ,4
» » 0 ,9 ☾s hoogte................ » + 0 ,5
» » 0 ,7 ☉s » .... » — 1 ,4
dus de vereffening uit Tafel 3............... + 1′ 47″,5
» 1 .... — 8
verder .... — 33. 1
+ 14. 19
de schijnbare middelpunts afstand.......... = 75° 39. 1 ,7
dus de ware middelpunts afstand........... = 75° 21′ 59″,2.

(1) Deze Tafelen zijn afzonderlijk, zoo als reeds gezegd is, uitgegeven, en bij de Uitgeefster van dit werk te bekomen

Den tijd op Greenwich te vinden.

Nemen wij nu den afstand door de bolvormige driehoeken verkregen, en bepalen wij, naar aanleiding van de Verklaring van Tafel XL, den tijd op *Greenwich*, aldus:

Den 26^n te 0^u 0^m 0^s afstand = 75° 18′ 2″
» 3. 0. 0 » = 76. 56. 34 — 1° 38′ 32″ prop. log., Taf. XL = 26169
aan boord » = 75. 21. 55 — 1. 34. 39 » » » » = 27915
verschil = 1746 is de
prop. log. van 2. 52. 54 ,5

0^u 7^m 5^s,5, zijnde de middelbare tijd op *Greenwich*, op het gemiddelde oogenblik van het meten van den afstand; overeenkomende met den 26^n, te 0^u,12, hetgeen slechts weinig verschilt met den tijd naar gissing, of den, door den gegisten tijd aan boord en de lengte, gevonden tijd. Voor dezen nu meer naauwkeurigen tijd op *Greenwich* wordt de declinatie en de tijdvereffening bepaald, en door de hoogte, bijv., der zon, den tijd aan boord berekend, zoo als verder uit de oplossing van dit voorb. kan blijken.

Zons declinatie en tijdvereffening.

Den 26^n, te 0^u, ⊙^{s} N. declinatie = 21° 9′ 7″ En tijdvereffening ..... = 3^m 17^s,94
verand. in 1^u = +25″,5 en in 0^u,12 + 3 verand. in 1^u = 0,270
declin. op het oogenbl. der waarn. = 21° 9′ 10″ en in 0^u,12 .... — 0 ,03
90. 0. 0 tijdvereffen. bij de waarn. = 3^m 17^s,91, *aftrek.*
en pools afstand............ = 68° 50′ 50″. van den zonnetijd.

Tijd aan boord en de lengte.

⊙^{s} Ware hoogte = 32° 40′ 45″
breedte.......... = 13. 30. 0 *log. secans* 0,0121685
⊙^{s} pools afstand.. = 68. 50. 50 » *cosecans* 0,0302945
som = 115° 1′ 35″
$\frac{1}{2}$ som = 57° 30′ 47″,5 » *cosinus* 9,7300595
vers. $\frac{1}{2}$ som en hoogte = 24. 50. 2 ,5 » *sinus* 9,6232401
som 19,3957626
2)
9,6978813 is de *log.*
sin. van 1^u 59^m 40^s,13 en dus de uurhoek of zonnetijd aan boord = 3^u 59^m 20^s,26
tijdvereffening, *aftrekkend* .... = 3. 17 ,91
dus middelbare tijd aan boord = 3^u 56^m 2^s,35.

Volgens den waren afstand was de tijd op *Greenwich* 0^u 7^m 5^s,5, en de tijd aan boord, door de hoogte der zon verkregen, 3^u 56^m 2^s,35; het verschil is volgens § 282 de lengte. En dit geeft bij het gemiddelde oogenblik van het meten van den afstand
was de middelbare tijd aan boord .... = 3^u 56^m 2^s,35
en » » » op *Greenwich*........ = 0. 7. 5 ,50
het verschil is de lengte in tijd = 3^u 48^m 56^s,85 of
de ooster lengte is 57° 14′ 12″,8.

§ 316. In de twee eerste oplossingen voor het berekenen van den waren afstand, in 1° en 2° van het voorgaande *voorb.*, heeft men het voordeel, dat men zich daarbij enkel van de gewone goniometrische lijnen bedient, en geene hulptafelen noodig heeft. De drie andere methoden missen dat voorregt en eischen eenige hulpgetallen, die daarvoor echter berekend zijn, en aanleiding geven tot eenige bekorting. De methode van KRAFFT wordt algemeen als de kortste en eenvoudigste aangemerkt, zij loopt steeds op gelijke wijze af, en bij de uitvoerigheid der Tafel XXXIX, of die der sinus versus, worden die grootheden gemakkelijk gevonden. De methode van DE HARTOG en DUNTHORN, vroeger meer onder de Nederlandsche zeelieden in ge-

bruik, heeft de voorname verdienste van zeer kort te zijn; de onderscheiding in gevallen, die men daarbij in acht moet nemen, maakt haar echter minder aannemelijk. In de methode van KRAFFT dient men vooral met de uiterste naauwkeurigheid op de berekening van den hulpboog p, Taf. XXXVIII, acht te geven, dewijl een klein verschil in de grootte van dien boog belangrijken invloed kan hebben op den te berekenen waren afstand. De methode door TAYLOR'S Tafelen is voorzeker, als men voor ronde getallen opzoekt, zeer gemakkelijk, zij kan echter somtijds tot kleine afwijkingen aanleiding geven, en heeft, wanneer men de grootheden, zoo veel mogelijk door invullingen, naauwkeurig wil bepalen, in kortheid misschien weinig boven de meer naauwkeurige methode van KRAFFT vooruit.

Is nu door deze of gene methode de ware afstand bekend geworden, zoo moet door dien afstand de middelbare tijd op *Greenwich* berekend worden, dat geschieden kan door het bepalen van het evenredige deel, of het berekenen van eenen regel van drieën. In het voorgaande *voorbeeld* verkrijgen wij door de klootsche driehoeksrekening voor den waren afstand 75° 21′ 55″. Deze afstand valt in tusschen dien van 75° 18′ 2″ voor 0^u en dien van 76° 56′ 34″ voor 3^u: het verschil van 1° 38′ 32″ geeft 3^u verschil in tijd, wat zal dan 1° 34′ 39″ geven; dit geeft aanleiding tot de volgende evenredigheid:

$$1°\ 38'\ 32'' : 1°\ 34'\ 39'' = 3^u : x^u,$$

welke op de gewone wijze, óf door de logarithmen, óf, zoo als wij reeds aantoonden, gemakkelijk door de proport. logarithmen van Taf. XL kan berekend worden. De boven gegevene oplossing door de prop. logarithmen is genoegzaam naauwkeurig; zij veronderstelt echter, dat de afstanden in gelijke reden met de tijden veranderen, dat veelal het geval niet is. Bij naauwkeurige berekeningen dient men dus, zoo als dit, in de *Verklaring der Verzameling van Tafelen*, bij de berekening van het eerste *voorb.* voor de lengte is gedaan, ook op die veranderingen acht te geven, en dus gebruik te maken van Tafel LIV. In het algemeen dient men nog in acht te nemen, dat men de vereffening voor het verschilzigt en de straalbuiging met zorg bepaalt, en mitsdien, zoo dit doenlijk is, ook de standen van den barometer en thermometer bij de waarneming in acht neemt. Is de helling van den afstand eenigzins te bepalen, zoo worde ook de vereffening van Tafel XXIV niet verwaarloosd, om daardoor den schijnbaren middelpunts afstand, die zoo belangrijk is, met alle mogelijke naauwkeurigheid te verkrijgen; want de feilen, die men daarin maakt, gaan genoegzaam in gelijke waarde over in den waren afstand, en gemiddeld genomen maakt een verschil van 1′ in den waren afstand in de lengte een verschil van ruim 25′, of 1″ verschil in den afstand geeft 25 en meer sec^n. verschil in de lengte. Ook is het aan te raden, zoo men daartoe de gelegenheid heeft, de afstanden te bezigen van hemelligchamen, die zich oost en west van de maan bevinden, om daardoor zoo veel mogelijk gemiddelde uitkomsten te verkrijgen.

§ 317. De berekening der lengte door de afstanden der maan met eenig ander hemelligchaam dan de zon, loopt op gelijke wijze af als voor de zon; alleen zij men bij de berekening van den tijd aan boord indachtig, dat de uurhoek alsdan niet onmiddellijk den waren of zonne tijd aan boord doet kennen, maar dat die door het verschil van de regte opklimmingen tot dien tijd herleid moet worden (§ 278).

1e *Voorb.* Den 24n Augustus 1841 is men op 48° 23′ Z. breedte en 26° 10′ gegiste lengte west. Alstoen wees een tijdmeter $11^u\,48^m\,28^s$, en was deze, volgens de stelling, *na* op *Greenwichs* tijd $6^m\,42^s$; de gemiddelde afstand tusschen den versten rand der maan met de ster α van *Pegasus* (*Marcab*) was 98° 42′ 20″, de maans onderrands hoogte 45° 45′ 30″, de sters hoogte 18° 50′ 40″, oost van den meridiaan, het oog 4,5 el boven het water, de barometer wees 774 strepen en de thermometer 78° FAHRENHEIT; *vrage* de lengte? *Antw.* 25° 41′ 40″ wester lengte.

Den tijd op Greenwich.

Tijdm. wees den 24n bij de waarn. $11^u\,48^m\,28^s$
na op *Greenwich* .... + 6. 42
gegiste M. tijd te *Greenwich*... $11^u\,55^m\,10^s$
overeenkom. met den 24n te.... $11^u,92$.

☾s Hoogte.

☾s Onderrands gem. hoogte.... 45°45′30″
kimduiking Taf. XVII — 3′45″,6
½ middellijn .. 15′2″
vermind. $11^u,92$ — 5
verb. T. XXII + 10,3
schijnb. ½ midd. 15′7″,3 + 15.7 ,3 + 11.21 ,7
☾s schijnb. middelp. hoogte... 45°56′51″,7
horiz. vers. te 0^u = 55′ 10″
ver. in $11^u,92$ — 15 ,9
verbet., Taf. XXIII — 5 ,9
☾s horiz. parall. .. 54′ 48″,2
Taf. XXV 45° 50′
en 54′ par. 36′ 41″,0
verb. voor 6′,9 hoogte — 4 ,8
» » 48″,2 par. + 33 ,7
» barom. Taf LI, — 1 ,1
» therm. Taf. LII, + 3 ,2
☾s parall. — refract. 37′ 12″,0. + 37.12 ,0.
☾s middelp. ware hoogte ..... 46°34′ 3″,7.

Aanteekening uit den Almanak den 24n te 0^u.

☾s ½ Middell. = 15′ 2″ en
H. verschilz. = 55′ 10″,
veran. in 12^u = — 5........ — 16.
Afst. te IX^u = 99° 31′ 32″
en » XII^u = 98. 3. 58.
Den 19n *Marcab's* N. Decln. = 14°21. 27 ,
ver. in 10^d. = + 2 ,
» » » R. opklim. = $22^u\,56^m\,54^s,6$.
ver. in 10^d. = + 0 ,1.
☉s R. opklimming = $10^u\,12^m\,31^s,4$
hare verand. in 1^u = + 9 ,18,
Tijdvereff. = $2^m\,9^s,5$, *bijt. bij den waren tijd*, hare verand. in 1^u = — $0^s,670$.

Hoogte der Ster.

Marcab's gemetene hoogte.. 18° 50′ 40″
kimduiking, Taf. XVII,.... — 3. 45 ,6
Marcab's schijnb. hoogte.... 18° 46′ 54″,4
middel. refractie 2′ 49″,9
verb. barometer + 3 ,1
» thermom. — 9 ,2 } ... — 2. 43 ,8
ware hoogte van *Marcab* is.. 18° 44′ 10″,6.

Schijnbare afstand.

De gemetene afstand is ..... 98° 42′ 20″
☾s schijnbare ½ middellijn ... 15. 7 ,3
dus de middelp. schijnb. afstand 98° 27′ 12″,7.

De ware afstand volgens KRAFFT's methode.

T. XXXVIII v. 45° h. en 54′40″ par. ∠p = 60° 21′ 18″
verbetering voor 56 ,9 hoogte + 21 ,8
» » 8 ,2 parall. + 3 ,7 ☾s w. h. 46° 34′ 4″
» » T. XXXVIII A 0 ,0 ✳s » 18. 44. 11
dus ∠p = 60° 21′ 43″,5 verschil 27° 49′ 53″ *sin. vers* 115675
☾s schijnb. h. 45° 56′ 52″ schijnb. afst = 98. 27. 12 ,7
✳s » » 18. 46. 54 som = 158° 48′ 56″ *sinus versus*............ 1932422
verschil..... 27° 9′ 58″ verschil = 38. 5. 29 » » 212972
∠p.... 60. 21. 44 som 2261069
som.... 87° 31′ 42″ *sinus versus*..... 956875
verschil.... 33. 11. 46 » » ..... 163199 } som 1120074
verschil 1140995 is
de *sinus versus* van 98° 6′ 20″, gelijk den waren afstand.

De Middelbare tijd op Greenwich.

Den 24n te $9^u\,0^m\,0^s$ afstand 99° 31′ 32″
12. 0. 0. » 98. 3. 58
ware afstand aan boord....... 98. 6. 20

1° 27′ 34″ pr. log., Taf. XL, = 31293
0. 2. 22 » » » = 1,88114
1,56821 is de
prop. log. van 0. 4. 52.

$11^u\,55^m\,8^s$ = de middelbare tijd op *Greenwich*, op het oogenblik van den gemiddelden afstand, zijnde den 24n ten $11^u,92$.

Regte opklimming, declinatie, enz.

✳s Regte opklimming den 19n = $22^u\,56^m\,54^s,6$
vera. in 10^d + $0^s,1$; dus in $5^d,5$ + 0,05
✳s R. opklimm. bij de waarn. $22^u\,56^m\,54^s,65$
☉s » » te 0^u = $10^u\,12^m\,31$,40
verand. in $11^u,92$ + 1. 49 ,42
☉s R. opklimm. $10^u\,14^m\,20^s,82$ 10. 14. 20 ,82
✳s » » min ☉s R. opkl. $12^u\,42^m\,33^s,83$.

✳s N. declinatie den 19n... = 14° 21′ 27″
verandering in $5^d,5$ ...... = + 1
✳s noorder declinatie .... 14° 21′ 28″
en ✳s poolsafstand .... 104. 21. 28.
Tijdvereffening den 24n te 0^u = $2^m\,9^s,50$
verandering in $11^u,92$ ..... — 7 ,99
tijdvereffening .... $2^m\,1^s,51$,
bijtellend bij den zonnetijd.

Tijd aan boord en lengte.

✳s Ware hoogte..... 18° 44′ 11″
breedte .... 48. 23. 0 *log. secans.* 0,1777379
✳s pools afstand .... 104. 21. 28 » *cosecans* 0,0137810
som .. 171° 28′ 39″
2)
½ som . 85° 44′ 19″,5 » *cosinus* 8,8710139
vers. ½ som en hoogte . 67. 0. 8 ,5 » *sinus* 9,9640337
som .. 19,0265665
½ som 9,5132833 is de

log. sinus van $1^u\,16^m\,7^s$ en dus de uurhoek van de ster..... = $2^u\,32^m\,14^s$
✳s regte opklimming min de ☉s regte opklimming .... = 12. 42. 33 ,83
zonne of ware tijd aan boord bij de waarneming........... = $10^u\,10^m\,19^s,83$
tijdvereffening, *bijtellend*,........................... = 2. 1 ,51
middelbare tijd namiddag van den 24n { aan boord .... = $10^u\,12^m\,21^s,34$
{ te *Greenwich*........ = 11. 55. 8 ,00
lengte in tijd .... = $1^u\,42^m\,46^s,66$ en
derhalve de westerlengte = 25° 41′ 40″.

Volgens den tijdmeter heeft men:

Tijd op *Greenwich*, volgens den tijdmeter, na den 24n...... = $11^u\,55^m\,10^s$
middelbare tijd aan boord.............................. = 10. 12. 21 ,34
lengte in tijd .... = $1^u\,42^m\,48^s,66$;
dus is de lengte volgens den tijdmeter 25° 42′ 10″ W. en gevolgelijk het tijdmeters bestek 0′ 30″ westelijker.

2e *Voorb.* Den 28n Februarij 1841 wordt, op 51° 32′ N. breedte en 30° 30′ lengte W., naar gissing te $7^u\,15^m$ na den middag waargenomen: ☾s naaste rands afstand met het middelp. der planeet *Venus* 43° 47′ 20″, geschotene hoogte van het middelpunt van *Venus* 25° 46′ 40″, ☾s hoogte 62° 22′ 30″, het oog is 7 el hoog, en het instrument, waarmede men den afstand heeft waargenomen, heeft eene index-correctie van + 2′ 15″; *vrage* de lengte? *Antw.* Men verkrijgt voor den waren afstand door KRAFFT's methode 44° 24′ 32″, voor den uurhoek door

Venus $4^u\,14^m\,55^s,48$; voor middelb. tijd aan boord $7^u\,16^m\,1^s$ en op *Greenwich* $9^u\,18^m\,28^s$ en dus voor wester lengte $30^\circ\,36'\,45''$.

Aanteekening uit den Almanak, den 28^n *Februarij* 1841, *te* 0^u *M. tijd.*

☾s ½ Middellijn $16'\,0''$, verand. in 12^u is $+\,4''$; ☾s hor. verschilz. $58'\,44''$, verand. in 12^u is $+\,15''$. Afstanden: te IX^u $44^\circ\,14'\,34''$ en te XII^u $45^\circ\,51'\,41''$.
☉s R. opklim. $22^u\,45^m\,20^s,4$, verand. in 1^u is $+\,9^s,37$. ♀s R. opkl. $1^u\,33^m\,40^s,9$, verand. in 24^u is $+\,3^m\,45^s,4$. ♀s Declinatie N. $11^\circ\,54'\,32''$ en verand. in 24^u $+\,27'\,42''$. H. verschilzigt, den $26^n = 11'',4$ en verand. in $5^d = +\,0'',6$.
Tijdvereff., *bijtellend bij den* ☉en *tijd*, $12^m\,48^s,95$ en hare verandering in 1^u $-\,0^s,490$.

3e *Voorb.* Men is, den 7^n September 1841, naar gissing op $47^\circ\,45'$ N. breedte en $129^\circ\,45'$ W. lengte, omstreeks $11^u\,10^m$'s morgens, wordt, het oog 5,8 el boven water, de hier na te noemen waarneming gedaan; de tijdmeter, die bij de waarneming is gebruikt, was op *Greenwichs* tijd *vóór* $32^m\,48^s$ en had eenen gang van $-\,14^s$.

Tijden van den tijdmeter.	☉s Hoogten.	☾s Hoogten.	☉ en ☾s afstanden.
$8^u\,15^m\,45^s$......	$47^\circ\;8'\;10''$......	$18^\circ\;20'\;45''$......	$100^\circ\;1'\;20''$
17. 10.......	13. 0..	18. 10. 10.......	100. 0 20
18. 17.......	18 45.......	18. 1. 15.......	99. 59. 40
19. 23.......	23. 20.......	17. 52 0.......	99. 59. 0
20. 10.......	27. 30.......	17. 43. 15	99. 58. 30.
De index-correctiën zijn:	+ 1. 30.......	— 1 10	en — 15.

Bij deze waarneming was de zon te na bij den meridiaan, om door hare hoogte den middelbaren tijd te berekenen; men heeft dus in den loop van den namiddag de volgende afzonderlijke zons hoogten waargenomen, om daardoor den tijd aan boord te vinden, en was men alstoen op $47^\circ\,8'$ N. breedte en $129^\circ\,2'$ W. lengte.

Tijden van den tijdmeter.	☉s Hoogten.
$13^u\,11^m\,15^s$......	$24^\circ\;2'\;30''$
12. 30	23. 44. 40
13. 26	23. 31. 30
15. 0	23. 12. 20
16. 19	23 1. 30.
Index-correctie	— 1. 10, en het oog 5,8 el.

Vrage de lengte? *Antw.* De *Greenwichs* tijd volgens den tijdmeter, na toepassing van $-\,32^m\,48^s$, is $7^u\,45^m\,21^s$ of gelijk den 7^n te $7^u,8$. De ware afstand is, door KRAFFT's methode, $99^\circ\,47'\,34'',4$, en hierdoor wordt de tijd op *Greenwich* $7^u\,44^m\,9^s$. De verloopene tijd tusschen de waarnemingen is $4^u\,55^m\,33^s - 2^s,87$ of $4^u\,55^m\,30^s,13$. De middelbare tijd aan boord bij de afzonderlijke hoogte-waarneming wordt $4^u\,2^m\,22^s,12$ en de wester lengte op het gemiddelde oogenblik bij den afstand $130^\circ\,2'\,15''$. De wester lengte volgens den tijdmeter wordt, zoo men behoorlijk de stelling van $-\,32^m\,48^s$ en het latere verloop in acht neemt, bij de afstands waarneming $130^\circ\,20'\,15''$.

Aanteekening uit den Almanak, den 7^n *September* 1841, *te* 0^u *M. tijd.*

☾s ½ Middell. $= 15'\,46'',0$, ☾s horizontaal verschilz. $= 57'\,51''$,
verand. in $12^u = +\;5,0$, en .... $= +\,19$.
Afstand te $VI^u = 100^\circ\,42'\,17''$ .... en te $IX^u = 99^\circ\,7'\,44''$.
☉s ½ Middell. $= 15'\,54'',2$. .....☉s Declinatie N. $= 6\;\;3.\;\;9$, ver. in $1^u = 56'',4$.
Tijdvereff., *aftr.* ☉e tijd $= 2^m\,7^s,43$ en verschil in $1^u = +\,0^s,845$.

4e *Voorb.* Den 10^n Maart 1841, op $36^\circ\,7'$ Z. breedte en naar gissing op $32^\circ\,30'$ lengte oost, zijn, na den middag, de hier na te noemen zons hoogten genomen; de tijdmeter, daarbij gebruikt, was *vóór* $5^m\,48^s$ op *Greenwichs* tijd, had tot gang $2^s,5$ *vóórloopend* en de hoogte van het oog was 5,3 el.

Tijden van den tijdmeter.	☉s *Hoogten.*
$2^u\,46^m\,30^s$..........	$18^\circ\;0'\;15''$
47. 56..........	17. 43. 0
49. 5..........	17. 30. 30
50. 15..........	17. 15. 5
51. 9..........	17. 5. 0.
Index-correctie....................	— 30.

In den avond van dien zelfden dag zijn nog de volgende waarnemingen gedaan, en de afstanden genomen tusschen den maans versten rand en de ster *Regulus*.

Tijden van den tijdmeter.	☾s *Hoogten*	*Hoogten van Regulus*	*Afstanden* ☾ en ✶.
$7^u\,32^m\,30^s$.....	$22^\circ\;44'\;0''$......	$38^\circ\;54'\;55''$.....	$64^\circ\;26'\;20''$
34. 14......	23. 6. 0.......	39. 3. 10......	27. 10
35. 50......	23. 32. 0.......	39. 10. 30......	28. 5
37. 17......	23. 49. 0.......	39. 17. 30......	28. 50
39. 19......	24. 23. 0.......	39. 24. 45.. ...	29. 35.
Index-Correctiën..	+ 2. 0.......	— 3. 20......	— 30.

Vrage als voren? *Antw.* Door de zons hoogte verkrijgt men als middelb. tijd aan boord $4^u\,54^m\,32^s,18$. De afstand is $63^\circ\,44'\,50''$, de tijd op *Greenwich* $7^u\,30^m\,30^s,4$ en dit geeft voor de lengte $32^\circ\,43'\,4''$ oost; door den tijdmeter is de lengte $32^\circ\,50'\,18''$.

Aanteekening uit den Almanak, den 10^n *Maart* 1841, te 0^u, *M. tijd.*

☉s ½ Middell. $= 16'\,6'',8$. ☾s ½ Middell. $= 15'\,32''$, verand, in $12^u = -\,6''$, H. verschilz. $= 57'\,1''$, en zijne verand. in $12^u = -\,24''$.
☉s Declin. Z. $= 4^\circ\,2'\,57''$, verand. in $1^u = -\,58'',8$. Tijdvereff. *bijt.* ☉e tijd $= 10^m\,30^s,12$, verand. in $1^u = -\,0^s,669$.
Afstanden te $VI^u = 62^\circ\,55'\,40''$ en te $IX^u = 64^\circ\,33'\,27''$.

§ 318. In de voorgaande vraagstukken der lengte had men voor de waarneming eigenlijk vier waarnemers noodig, namelijk, één' voor het bepalen van den tijd, twee voor het meten der hoogten en één' voor het waarnemen van den afstand. In § 192 hebben wij het vraagstuk behandeld: *eenige termen van den toppunts driehoek gegeven zijnde, de overige te vinden*, en daaruit is het gemakkelijk af te leiden, dat men de hoogten der hemelligchamen, als men met eenige zekerheid den tijd aan boord kent, voor het oogenblik bij het meten van den afstand berekenen kan. Zoo men dus alleen eenige afstanden meet tusschen twee hemelligchamen en de tijden daarbij opteekent, kan men de ware hoogten dier hemelligchamen daarbij benoodigd vinden, als ook volgens § 238 de schijnbare hoogten, en de lengte vervolgens als voren bepalen. Heeft men, bijv., op eenige plaats de *breedte* en den *tijd* bekend, en ten naastenbij ook het overeenstemmend oogenblik op *Greenwich*, zoo kan men den poolsafstand van eenig hemelligchaam door den Almanak vinden, en hierdoor verkrijgt men dan in den driehoek STP (§ 192) bekend: TP, het complement der breedte, ∠ TPS, den uurhoek, SP, den poolsafstand, en ST, het complement der hoogte, is door de gegevene termen te berekenen (§ 104). Te dien einde trekt men uit den ∠T eene loodlijn op de overliggende zijde PS; noemen wij die loodlijn TD, zoo heeft men in den regthoekigen driehoek TDP bekend ∠P, TP en den regten hoek TDP, en PD wordt aldus gevonden:

Cot. PT : *rad.* = *cos.* ∠P : *tang.* DP (§ 104)

of *tang. br.* : *rad.* = *cos. uurhoek* : *tang.* PD en dit zegt:

log. tang. PD = *log.* R. + *log. cos. uurhoek* — *log. tang. breedte.*

In den regthoekigen driehoek TDP is de schuinsche zijde of TP steeds scherp, en dus de regthoekszijde PD altijd gelijksoortig of in soort overeenstemmend met den uurhoek, d. i. die termen zijn beide scherp of beide stomp. Neemt men vervolgens het verschil tusschen PD en PS, zoo verkrijgt men SD en eindelijk ST door deze evenredigheid:

Cos. PD : *cos.* SD = *cos.* PT : *cos.* ST (§ 100), dat is:

cos. PD : *cos.* SD = *sin. br.* : *sin. hoogte* en dus

log. sin. hoogte = *log. cos.* SD + *log. sin. breedte* + *comp. log. cos.* PD.

De uurhoek P, dien wij als bekend aannamen, is voor de zon steeds gelijk aan den *zonnetijd*, als de tijd, dien men telt, na den middag is; vóór den middag trekt men dien tijd van 24^u af, en de rest is de uurhoek. Voor andere hemelligchamen heeft men, zoo als in de *Verzameling van Tafelen*, bl. 152, meer uitvoerig gezegd is:

Uurhoek van ☾ of ✳ = zonne- of waren-tijd + ☉s regte opklimm. — ☾s of ✳s regte opklimm.

1e *Voorb.* Den 28^u Maart 1841, op 15° 10′ N. br., wordt, omstreeks $8^u 5^m$'s morgens, de barometer hoog 763 strepen, de thermometer 20° H. schaal, gevonden voor gemiddelde zons onderrands hoogte 31° 47′ 10″ en een tijdmeter wees alstoen $4^u 2^m 46^s$'s morg., *Greenwichs* tijd, het oog was 18 voeten hoog. Op dienzelfden morgen, barometer en thermometer nagenoeg als boven, wees de tijdmeter $6^u 32^m 15^s$, en men had toen door eenige waarnemingen voor gemiddelden afstand tusschen de zon en maan 66° 5′ 15″, het gebruikte sextant had eene index-correctie van + 2′ 30″; tusschen de gemelde waarnemingen was men 12′ om de zuid en 43′ om de oost veranderd, en de gang van den tijdmeter was + 16^s, *vrage* de lengte? *Antw.* De ooster lengte is 62° 14′ 57″. Neemt men bij het berekenen van de schijnbare hoogten ook den barometer en thermometer in acht, zoo verkrijgt men voor de ☉s en ☾s schijnbare hoogten 67° 20′ 54″ en 11° 18′ 18″, voor den waren afstand 65° 49′ 53″, voor den middelbaren tijd op *Greenwich* $18^u 38^m 6^s$,2 en voor ooster lengte 62° 18′ 12″.

Aanteekening uit den Almanak, den 27n Maart 1841, te 0^u M. tijd

☉s Declin. N. = 2° 38′ 56″, verand. in 1^u = + 58″,6, ☾s decl. N. te 18^u = 26° 55′ 23″, verand. in 3^u = + 8′ 59″.

Tijdvereff. *aftrekk.* M tijd = $5^m 30^s$,02, verand. in 1^u = -0^s,772, ☾s R. opklim. te 18^u = $4^u 42^m 49^s$,3, verand. in 3^u = + $7^m 51^s$,1.

☉s ½ Middell. = 16′ 1″,9. ☉s Regte opklimming $0^u 24^m 28^s$,4 en verand. in 1^u = + 9^s,08.

☾s ½ Middell. te 12^u = 16′ 2″, verand. in 12^u = + 2″. ☾s Horiz. verschilzigt, te 12^u = 58′ 50″, verand. in 12^u = + 7″.

Afstanden te XVIIIu = 65° 29′ 13″ en te XXIu = 67° 6′ 51″.

Oplossing.

Volgens den tijdmeter viel, den 27n, de waarneming voor te $16^u 2^m 46^s$ *Gs.* tijd. De uurhoek door de ware hoogte 32° 0′ 5″ wordt $3^u 50^m 21^s$,28 en dus de middelb. tijd bij die hoogte $20^u 14^m 56^s$,35; deze vermeerderd met den verloopen tijd tusschen de waarnemingen $2^u 29^m 30^s$,66, en nog $2^m 52^s$, voor de veranderde lengte om de oost, geeft $22^u 47^m 19^s$,01 voor den middelbaren tijd aan boord bij het meten van den afstand. De tijdmeter wees toen $18^u 32^m 15^s$ en vermeerderd met het verloop van 1^s,66 geeft voor den middelbaren tijd bij den afstand te *Greenwich* $18^u 32^m 16^s$,7, of $18^u 32^m$,3, of 18^u,54.

Verder heeft men:

Voor de zons hoogte.

Middelb. tijd aan boord bij den afstand	= $22^u 47^m 19^s$,01
tijdvereffening op dat oogenblik	= — 5. 15 ,71
zonnetijd aan boord	= $22^u 42^m 3^s$,3
	24. 0. 0
en dus de zons uurhoek	= $1^u 17^m 56^s$,7.

In den bolvormigen driehoek STP (§ 192) heeft men nu bekend ∠P = $1^u 17^m 56^s$,7, TP = het complement der breedte en SP = 87° 2′ 58″, en dit geeft voor de ware zons hoogte, of SH, 67° 20′ 34″ en voor hare schijnbare middelpunts hoogte 67° 20′ 55″,2.

☾s Hoogte.

Midd. tijd aan boord bij het meten van den afstand	= $22^u 47^m 19^s$,0
tijdvereffening, *aftrekkend van den middelbaren tijd* .	= 5. 15 ,7
zonne- of ware tijd.	= $22^u 42^m 3^s$,3
☉s regte opklimming	= 0. 27. 16 ,7
regte opklimming van den meridiaan	= $23^u 9^m 20^s$,0
☾s regte opklimming	= 4. 44. 14 ,1
	$18^u 25^m 5^s$,9
	24. 0. 0
en dus de ☾s uurhoek	= $5^u 34^m 54^s$,1.

Voor de ware hoogte der maan heeft men;

Log. cos. uurhoek, ∠P, $5^u 34^m 54^s$,1	= 19,0385939
» *tang.* breedte, 14° 58′	= 9,4270408
	9,6115531 *log. tang.*
van 22° 14′ 12″ = PD	
63. 3. 0 = PS	
40° 48′ 48″ = SD *log. cos.*	= 9,8790058
log. sin. breedte 14. 58. 0	= 9,4120522
comp. log. cos. 22. 14. 12	= 0,0335632
	9,3246212 is de *log. sin.*

van 12° 11′ 26″ voor de maans ware hoogte, en dit geeft, volgens § 238, voor de schijnbare hoogte 11° 18′ 27″.

Door den schijnbaren middelpunts afstand en de gevondene hoogten vindt men voor den waren afstand 65° 50′ 0″, en hierdoor eindelijk:

M. tijd te *Greenwich*, den 27^n . . = $18^u\,38^m\,19^s,2$
» » aan boord » » . . = $22.\,47.\,19\,,0$
en dus de ooster lengte . . . . . = $4^u\;8^m\,59^s,8 = 62°\,14′\,57″$.

2^e *Voorb.* Den 29^n Junij 1841 wordt er, op 46° 55′ N. breedte en 22° 28′ 30″ W. lengte, te $11^u\,19^m$ M. tijd na den middag aan boord, eene waarneming gedaan en was alstoen de afstand tusschen den maans versten rand en de ster α van den Arend of *Altair* 70° 13′ 50″. Te $11^u\,31^m\,21^s$ is, volgens hetzelfde horologie, de hoogte van γ van *Pegasus* (*Algenib*) 10° 48′ 36″ oost van den meridiaan; het oog is 7 ellen en de index-correctie van het gebezigde sextant was — 1′ 45″. *Vrage* de lengte bij het meten van den afstand? *Antw.* Men vindt voor uurh. van *Algenib* $5^u\,58^m\,38^s,6$ en daardoor voor M. tijd $11^u\,34^m\,42^s,8$, en voor M. tijd aan boord bij den afstand $11^u\,22^m\,21^s,8$. Voor de maans ware en schijnbare hoogten: 11° 57′ 15″ en 11° 8′ 9″; voor *Altairs* hoogten 45° 4′ 16″ en 45° 5′ 14″; voor waren afstand 69° 22′ 48″, voor middelb. tijd op *Greenwich* $12^u\,51^m\,57^s,5$ en voor de wester lengte 22° 23′ 55″,5.

Aanteekening uit den Almanak voor 1841, *den* 29^n *Junij*, *te* 0^u *M. tijd.*

Algenib's N. declin. den 1^n Januarij 1842 = 14° 18′, verandering in 1 Jaar = + 20″,1.
» R. opklimming 1 » » = $0^u\,5^m\,6^s$ » » 1 » = $3^s,08$.
Altairs N. declin. den 20^n Junij 8° 27′ 9″ verand. in 10^d = + 2″
» R. opklim. » 20 » $19^u\,43^m\,4^s,8$ » » 10 = $0^s,2$.
⊙s R. opklim. = $6^u\,32^m\,36^s,7$, vera. in $1^u = 10^s,35$, ☾s R opkl. te $12^u = 15^u\,30^m\,3^s$, ver. in $3^u = 6^m\,34^s,9$.
Tijdvereffening, *bijtellend* bij den ⊙en tijd = $3^m\,1^s,95$ en verandering in 1^u = + $0^s,495$.
☾s ½ Midd. te 12^u = 15′ 1″ en horiz. parall. = 55′ 5″, ☾s Z. decl. te 12^u = 24° 8′ 26″, ver. in 3^u = + 19′ 31″.
verand. in 12^u = — 4 en . . . . = — 13.
Afstanden te XII^u = 69° 45′ 14″ en te XV^u = 68° 27′ 31″.

§ 319. Bij het nemen van een midden uit de hoogten, afstanden enz., veronderstelt men, dat de hoogten evenredig met den tijd veranderen; die veronderstelling is alleen waar bij een klein tijdsverloop, en geeft ook aanleiding tot de zoogenoemde lengte-waarneming door *éénen waarnemer*, waarbij men echter iemand moet hebben, om den tijd waar te nemen en op te teekenen. Men neemt bij die waarneming eenige zons of sters hoogten, vervolgens eenige afstanden en daarna eenige maans hoogten; of ook men begint met de maans hoogten, en eindigt met die der zon of ster, naardat men dit het meest verkieselijk oordeelt. Uit de afstanden neemt men even als uit hunne overeenstemmende tijden een midden; vervolgens eene gemiddelde waarde uit de drie of vier eerste hoogte-waarnemingen en even zoo uit elke rij van waarnemingen, en daarmede overeenstemmende tijden. Stelt men nu de hoogte-veranderingen evenredig met de verandering van den tijd, zoo kan men door eene evenredigheid bepalen, hoe veel de hoogten in grootte zouden verschillen met die, welke men bij den afstand zoude hebben waargenomen, en hierdoor kunnen dan de hoogten tot het gemiddelde oogenblik van den afstand herleid worden. Tot de berekening dezer verschillen kunnen de prop. logarithmen ter bekorting gebezigd worden.

Voorb. Den 16^n Januarij 1841 wordt, naar gissing te $0^u\,46^m$, na

den middag eene waarneming gedaan, waarvan de gemiddelde uitkomst deze was:

gemidd. tijd van den tijdmeter	$6^u\,54^m\,42^s$	gemiddelde $\underline{\odot}$s hoogte	69° 2′ 0″
	6. 57. 19	» $\overline{☾}$s »	17. 20. 0
	7. 3. 30	» ⊙ en ☾s afstand	70. 27. 20
	7. 9. 21	» $\overline{☾}$s hoogte	15. 3. 0
	7. 12. 4	» $\underline{\odot}$s »	67. 37. 0.

De breedte was 40° 16′ zuid en de gegiste ooster lengte 92°. Toen de bovengemelde tijdmeter aanwees $9^u\,44^m\,40^s$ was de zons onderrands hoogte 45° 18′ 57″, en was men toen sedert de eerste waarnemingen 30′ om de oost veranderd en de breedte dezelfde gebleven. De index-correctie was — 2′ 15″ en de hoogte van het oog 4,7 el. *Vrage* de lengte? *Antw.* De O. lengte bij het meten van den afstand is 91° 24′ 37″,2.

Aanteekening uit den Almanak van 1841, *den* 15^n, *te* 0^u *M. tijd.*

⊙s Declinatie Z. . . . . = 21° 6′ 18″ en Tijdvereff., *bijtell.* ⊙n tijd, = $9^m\,49^s,12$
verandering in 1^u . . . = — 28 ,3 en . . . . = + 0, 863.
Te 12^u ☾s ½ Middell. = 14. 59 en horiz. parallaxis. . . . . = 55′ 0″,
verandering in 12^u . . = — 4 en. . . . . = — 16″.
⊙s Halve middell. = 16′ 16″,7. Afstanden te $XVIII^u$ = 70° 25′ 6″ en te XXI^u = 69° 1′ 55″.

Oplossing.

Voor de herleiding van de zons hoogte heeft men:

Tijd der 1^e ⊙s hoogte = $6^u\,54^m\,42^s$ . . . . $6^u\,54^m\,42^s$ en hoogte = 69° 2′
2^e ⊙s » = 7. 12. 4 en bij den afstand 7. 3. 30 » » = 67. 37
$17^m\,22^s$ — $8^m\,48^s$ — 1° 25′.

Deze verschillen geven nu aanleiding tot de volgende evenredigheid:

$17^m\,22^s : 8^m\,48^s = 1°\,25′ : x$,
prop. log. 1° 25′ = 32585
» » $8^m\,48^s$ = 131079
comp. » » 17. 22 = 898444
62108 *prop. log.* van . . . . 43′ 4″
⊙s onderr. hoogte bij de 1^e waarneming = 69° 2. 0
dus de ⊙s onderr. hoogte bij den afstand = 68° 18′ 56″.

Of, de zons hoogte was te $6^u\,54^m\,42^s$ = 69° 2′ 0″, en blijkens de waarnemingen is zij met de toeneming van den tijd verkleinend, en volgens de evenredigheid is die vermindering = 43′ 4″ en mitsdien de hoogte te $7^u\,3^m\,30^s$ = 68° 18′ 56″.

Voor de maans hoogte heeft men:

1^e ☾s waarn. te $6^u\,57^m\,19^s$ . . . . $6^u\,57^m\,19^s$ ☾s hoogte = 17° 20′
2^e » » » 7. 9. 21 bij den afst. 7. 3. 30 » » = 15. 3
$12^m\,2^s$ — $6^m\,11^s$ — 2° 17′.

$12^m\,2^s : 6^m\,11^s = 2°\,17′ : x$,
prop. log. 2° 17′ = 11855
» » $6^m\,11^s$ = 146405
comp. » » 12. 2 = 882511
40771 *prop. log.* van 1° 10′ 24″
$\overline{☾}$s eerste hoogte. . . . . = 17. 20. 0.
en dus de $\overline{☾}$s hoogte bij den afstand . = 16° 9′ 36″.

Een en ander nu te zamen brengende geeft: te $7^u 3^m 30^s$ M. tijd van den tijdm. is de ☉s en ☾s afstand $70° 27' 20''$, de ☉s hoogte $68° 18' 56''$ en de ☾s hoogte $16° 9' 36''$. De geg. tijd aan boord was $0^u 46^m$, met den lengte-tijd verminderd geeft geg. tijd op *Greenwich* $18^u 38^m$ na den 15^n Jan. Voor waren afstand verkrijgt men $70° 10' 43''$ en de daarmede overeenstemmende tijd op *Greenwich* is $18^u 31^m 7^s$. Door de afzonderlijke hoogte der zon vindt men:

Midd. tijd aan boord bij de hoogte	$3^u 19^m 55^s,48$ na den 16^n, of
den 15^n te	27. 19. 55 ,48
tijd te *Greenwich*, na den 15^n, . .	21. 12. 17 ,00
het verschil of de lengte in tijd is	$6^u\ 7^m 38^s,48$ en
dus de ooster lengte bij de hoogte	$91° 54' 37'',2$
veranderde lengte	0. 30. 0
en de O. lengte bij den afstand . .	$91° 24' 37'',2$.

§ 320. Wij zullen het berekenen der lengte op zee met de opgave der volgende voorbeelden tot oefening besluiten.

1^e *Voorb.* Den 24^n Mei 1851 is, op $40° 10'$ N. breedte, en naar gissing op $52° 15'$ W. lengte, 's morgens eene waarneming gedaan, die de volgende gemiddelde uitkomst opleverde, als: te $8^u 30^m$, ☉s $= 42° 32' 24''$, ☾s $= 38° 10' 50''$, ☉☾ $= 74° 9' 9''$. Barometer $= 753$ str., Thermom. $= 22°$ (C. V.) en het oog 5,2 el boven het water verheven; *vrage* de lengte? *Antw.* De ware afstand wordt $74° 12' 18''$, de middelbare tijd aan boord $20^u 32^m 41^s$ en de lengte west $51° 35' 23''$.

Opgaven uit den *Almanak*, den 24^n Mei 1851, te 0^u.

☉s ½ Middell. $= 15' 48'',4$ ☾s ½ Middell. te $0^u = 14' 48''$ ☾s horiz. parall. te $0^u = 54' 18''$,
veranderd in $12^u = + \ 2$ . . . . $= + \ 7$.
Den 23^n, te XXI^u ☉☾ $= 75° 33' 32''$ en te $XXIV^u = 74° 11' 52''$.
☉s declinatie te 0^u . . . . $= 20. 42. 38$ en tijdvereff. *bijtell.* Middelb. tijd $3^m 30^s,74$,
verand. in 1^u . . . . $= +$ 27 ,7 en » . . . . $= - 0 ,222$.

2^e *Voorb.* Den 19^n Junij 1851 is, op $29° 30'$ N. breedte en naar gissing op $153° 45'$ W. lengte, te $20^u 18^m 0^s$, de ☉s $= 40° 47' 10''$, ☾s $= 33° 12' 45''$, ☉☾ $= 101° 5' 25''$, Barom. 773 str., Thermom. 79° FAHRENHEIT, het oog 5,3 el. *Vrage* de lengte? *Antw.* De ware afstand wordt $100° 56' 1''$, de middelb. tijd aan boord $20^u 21^m 41^s,8$ en de lengte $152° 30' 51''$ W.

Opgaven uit den *Almanak*, den 20^n Junij 1851, te 0^u.

☉s ½ Middell. $= 15' 45'',4$, ☾s ½ Middell. te $0^u = 14' 46''$, ☾s horiz. parall. te $0^u = 54' 13''$,
veranderd in $12^u = + \ 1$ . . . . $= + \ 2$.
Den 20^n, ☉☾ te $VI^u = 101° 10' 25''$ en te $IX^u = 99° 48' 47''$.
☉s Declinatie te 0^u . . . $=$ 23. 26. 55 N. en tijdvereff. *aftrekk.* Middelb. tijd $1^m 3^s,68$,
veranderd in 1^u . . . . . . $= +$ 1 ,1 en » . . . . $= + 0 ,541$.

3^e *Voorb.* Den 21^n Aug. 1851, op $77° 30'$ N. breedte, wees een tijdmeter, die op *Greenwich* $7^m 24^s$ *na* was, $11^u 47^m 12^s$'s nam.; men had toen voor gemiddelde uitkomsten eener waarneming: ☾s hoogte $12° 47' 20''$, α van *Pegasus* of *Marcabs* hoogte (O. van den merid.) $22° 30' 45''$, *Markabs* en de ☾s verste rands afstand $= 91° 56' 15''$, het

oog 4,7 el; *vrage* de lengte? *Antw.* De ware afstand is $91° 20' 22''$, de middelb. tijd aan boord $9^u 43^m 41^s,77$ en de lengte $22° 39' 25''$ west.

Opgaven uit den *Almanak*, den 21^n Aug. 1851, te 0^u.

☾s ½ Middellijn te $0^u = 15' 35''$, ☾s horizont. parall. $= 57' 12''$,
verand. in 12^u . . . . . . $= + \ 8$ . . . . $= + \ 28$.
✱ En ☾ afstanden te $IX^u = 89° 51' 18''$, te $XII^u = 91° 23' 16''$.
☉s Regte opkl. te $0^u = 9^u 59^m 52^s,5$, tijdvereff. *aftrekk. middelb. tijd*, $= 3^m 1^s,94$,
veranderd in $1^u =$ 9 ,25 verand. in 1^u . . . . $=$ 0 ,606.
Marcabs R. opkl., den $19^n = 22^u 57^m 22^s,8$, *Marcabs* N. declin., den $19^n = 14° 24' 29''$,
verand. in 10^d . . . . $=$ + 0 ,1. verand. in 10^d . . . . $= +$ 2.

4^e *Voorb.* Den 22^n Febr. 1851, op $40° 31'$ Z. br. en naar gissing op $176° 30'$ W. lengte, omstreeks $6^u 48^m$'s morgens aan boord, was de ☾s naaste rands afstand met Venus middelpunt $44° 43' 40''$, Venus middelpunts geschotene hoogte (O. van den meridiaan) $53° 50' 40''$, en ☾s hoogte $61° 30' 45''$, het oog 7 el, index correctie bij den afstand $+ 2' 15''$; *vrage* de lengte? *Antw.* De ware afstand is $44° 47' 37''$, de middelb. tijd aan boord is $6^u 46^m 19^s,5$ en de lengte $176° 28' 10''$ west.

Opgaven uit den *Almanak*, den 22^n Februarij 1851, te 0^u.

Venus Equat. horiz. verschilz., den $21^n = 13'',3$, verand. in $5^d = - 0'',8$.
☾s ½ middellijn te 0^u . . . . $= 15' 29''$, ☾s Equat. horiz. verschilz. . . . $= 56' 50''$,
verand. in $12^u = - \ 7$, ... $= - \ 25$.
☾s en ♀s afstand te $VI^u = 45° 3' 36''$, te $IX^u = 43° 34' 16''$.
☉s Regte opklimm. te $0^u = 22^u 20^m 58^s,9$, tijdver. *aftrekk. middelb. tijd*, $= 13^m 48^s,21$,
verand. in $1^u =$ 9 ,52, ... $= -$ 0 ,336.
♀s Regte opklimm. te $0^u = 19^u 10^m 34^s,3$, ♀s declinatie . . . . $= 19° 9' 38''$ Z.
verand. in 24^u . . . . $= +$ 4. 10 ,7, verand. in 24^u . . . . $= - 1. 59$.

5^e *Voorb.* Den 18^n Januarij 1851, op $8° 20'$ Z. br. en $74° 30'$ W. lengte, te $6^u 44^m 20^s$'s morg., volgens een' tijdmeter, die toen $20^m 37^s$ op *Greenwich vóór* was, het oog 4,1 el, was de hoogte van α in den Stier (*Aldebaran*) W. van den meridiaan $= 15° 30' 45''$, ☾s hoogte $= 61° 8' 20''$, ☾s verste rands afstand met *Aldebaran* $= 58° 6' 30''$; *vrage* de lengte? *Antw.* De ware afstand is $58° 7' 1''$, de middelb. tijd aan boord $13^u 23^m 59^s$ en de lengte $74° 45' 26''$ west.

Opgaven uit den *Almanak*, den 17^n Januarij 1851, te 0^u.

☾s ½ middellijn te $12^u = 16' 40''$, ☾s horiz. equat. parall. $= 61' 8''$,
verand. in 12^u 0 . . . . $= + \ 3$.
☉s Regte opklimm. te $0^u = 19^u 55^m 34^s,1$. tijdvereff. *aftrekk. middelb. tijd*, $= 10^m 19^s,37$,
veranderd in $1^u = 10 ,67$ . . . . $= + 0 ,811$.
Aldebarans R opk., den 11^n $4^u 27^m 22^s,8$ en declinatie . . . . $= 16° 12' 13''$ N.
verandering in $10^d = - 0,1$ en . . . . 1.
Afstanden te $XVIII^u$ . . . . $= 57° 52' 27''$ en te XXI^u . . . . $= 59° 46' 22''$.

6^e *Voorb.* Den 2^n Sept. 1851, op $54° 23'$ Z. br. en naar gissing op $132° 48'$ W. lengte, omstreeks te $11^u 30^m$'s morg. aan boord, zijn de navolgende waarnemingen gedaan:

Tijd. Tijdm.	☉s Hoogten.	☾s Hoogten.	☉☾s Afstanden.
$8^u 15^m 45^s$	$26° 48' 50''$	$11° 50' 20''$	$92° 48' 20''$
17. 10	26. 59. 15	39. 30	49. 15
18. 17	27. 7. 35	28. 30	50. 15
19. 23	27. 17. 30	17. 0	51. 30
20. 10	27. 22. 15	6. 20	52. 20.
Index-correctiën . .	+ 1. 41	— 1. 10	— 14.

De tijd van den tijdmeter was tijd namidd., en op het oogenblik van de gemiddelde waarneming was hij *vóór* op *Greenwich* $34^m 20^s$, en de gang 14^s *vóórloopend*, het oog 5,8 el. Ter bepaling van den tijd aan boord heeft men nog de volgende waarneming gedaan: te $13^u 13^m 42^s$ volgens voornoemden tijdmeter, $\odot^s$ H. = 11°30′30″, index-correctie — 1′10″. Men was toen op 54° 53′ Z. br. en 133° 31′ W. L., het oog als boven. *Vrage* de lengte bij den afstand? *Antw.* De ware afstand is 92° 57′ 27″, de middelb. tijd aan boord bij den uurhoek is $3^u 46^m 11^s$ en de lengte bij den afstand 132° 23′ 25″.

Opgaven uit den *Almanak*, den 2ⁿ September 1851, te 0^u.

$\odot^s$ ½ Middell. = 15′ 52″,6, ☾^{s} ½ Middell. te 0^u = 15′ 37″ en ☾^{s} Horiz. Equat. Parall. = 57′ 19″,
veranderd in 12^u = — 7 .... = — 25.

$\odot$☾^{s} Afstand te VI^u = 92° 5′ 24″, en te IX^u = 93° 36′ 16″.

$\odot^s$ Declinatie, te 0^u..... = 8° 3′ 28″ N, tijdvereff., *bijtell. middelb. tijd*, = 0^m 19^s,06,
veranderd in 1^u.......... = — 54 ,8 .... = + 0 ,794.

7^e *Voorb.* Den 20ⁿ Mei 1851, op 40° 11′ N. breedte en 92° 32′ O. lengte, was de gemiddelde uitkomst eener waarneming: de tijdmeter wees $10^u 48^m 44^s$ namid., en was toen *na* $3^m 26^s$, Mars middelpunts hoogte = 23° 25′ 40″, oost van den meridiaan, ☾^{s} H. = 30° 8′ 45″, ☾^{s} verste rands afstand met het middelpunt van Mars = 73° 16′ 35″, de index-correctie bij den afstand was — 1′ 15″ en het oog 6,4 el. *Vrage* de lengte? *Antw.* De ware afstand was 72° 47′ 35″, de middelb. tijd aan boord $17^u 1^m 1^s$ en de lengte 92° 21′ 42″ oost.

Opgaven uit den *Almanak*, den 20ⁿ Mei 1851, te 0^u.

Mars horizont. equat. versch. 4″,3, ☾^{s} ½ middellijn = 14′ 59″, ☾^{s} horiz. equat. parall. = 54′ 58″.
verand. in 12^u = — 4 .... = — 14.

♂^{s} En ☾^{s} afstanden te IX^u = 73° 40′ 12″ en te XII^u = 72° 15′ 19″.

♂^{s} Declinatie = 6° 22′ 20″ N. ♂^{s} Regte opklimming = $1^u 11^m 4^s$,5,
verand. in 24^u = + 17. 29 .... = 2. 48 ,5.

$\odot^s$ Regte opklimming..... = $3^u 46^m 24^s$,2, en tijdvereff. *bijtell. middelb. tijd* = $3^m 46^s$,65,
verand. in 1^u............ = 9 ,99, ... = — 0 ,131.

8^e *Voorb.* Den 15ⁿ Dec. 1851, 's morg., op 10° 14′ N. breedte en 99° 15′ lengte O., wees een tijdmeter $2^u 40^m 46^s$'s nachts, $\odot^s$ H. = 51° 54′ 20″, ☾^{s} H. = 14° 39′ 55″ W. van den meridiaan, $\odot^s$ en ☾^{s} afstand = 98° 3′ 0″; de tijdmeter was *na* op *Greenwich* $24^m 44^s$, het oog 6,4 el; *vrage* de lengte en den tijd aan boord door de ☾^{s} hoogte berekend? *Antw.* De ware afstand = 97° 49′ 42″, de middelb. tijd aan boord door de ☾^{s} H. $22^u 42^m 47^s$ en de lengte 114° 36′ 11″.

Opgaven uit den *Almanak*, den 14ⁿ December 1851, te 0^u.

$\odot^s$ ½ Middellijn 16′ 16″,5, te 12^u, ☾^{s} ½ middell. = 16′ 6″ en ☾^{s} horiz. equat. parall. = 59′ 4″
verand. in 12^u = + 1 .... = + 3.

$\odot^s$ En ☾^{s} afstand, te XV^u = 97° 52′ 5″ en te $XVIII^u$ = 96° 14′ 0″.

$\odot^s$ Regte opklimm., te 0^u, = $17^u 24^m 58^s$,7, en tijdvereff., *bijtell. middelb. tijd*, = $5^m 15^s$,63,
verand. in 1^u = 11 ,06, ... = — 1 ,202.

☾^{s} Regte opklimm., te 15^u, = $11^u 10^m 34^s$,7, ☾^{s} declinatie.............. = 10° 5′ 51″N.
verand. in 3^u = 6. 42 ,7, ... = — 36. 38.

9^e *Voorb.* Den 12ⁿ Maart 1851, op 38° 29′ N. breedte en op 33° 15′ O. lengte, te 4^u aan boord, toen een tijdmeter wees $2^u 48^m 59^s$; $\odot^s$ H. = 11° 29′ 16″; de tijdm. was *vóór* $3^m 52^s$ en de gang 2^s,5 *vóórloopend*; omstreeks $4^u 50^m$ daarna, wees de tijdmeter $7^u 35^m 50^s$, α in den Leeuw (*Regulus*) H. = 63° 8′ 45″, ☾^{s} H. = 57° 32′ 24″, de ☾^{s} verste rands afstand met *Regulus* = 42° 25′ 55″ en hoogte van het oog 5,3 el. *Vrage*

de lengte? *Antw.* De ware afstand is 41° 46′ 54″, de middelb. tijd aan boord is $4^u 59^m 5^s$ en de lengte, bij de zons hoogte, 33° 41′ 1″ O.

Opgaven uit den *Almanak*, den 12ⁿ Maart 1851, te 0^u.

$\odot^s$ ½ Middellijn = 16′ 6″,4, ☾^{s} ½ middellijn = 16′ 7″, en ☾^{s} horiz. equat. parall. = 59′ 8″.
verand. in 12^u = + 6 .... = + 25.

☾^{s} En *Regulus* afstand, te VI^u = 42° 40′ 45″ en te IX^u = 40° 54′ 27″.

$\odot^s$ Declinatie, te 0^u,.. = 3° 26′ 2″ Z., tijdvereff., *aftrekk. middelb. tijd*, = $10^m 3^s$,74,
verand. in 1^u....... = — 59 ,0 .... = — 0 ,687.

10^e *Voorb.* Den 1ⁿ September 1851, op 31° 31′ N. breedte, 's morg. aan boord, wees een tijdmeter $5^u 59^m 43^s$'s morgens *Greenwich's* tijd en aldaar *vóór* $12^m 50^s$, en de $\odot^s$ H. = 27° 8′ 10″. Toen die tijdmeter wees $11^u 57^m 10^s$'s morg., had men: $\odot^s$ H. = 55° 46′ 55″, ☾^{s} H. = 24° 5′ 15″, $\odot$ en ☾^{s} afstand 76° 38′ 20″, het oog 5,3 el. *Vrage* de lengte? *Antw.* De ware afstand is 76° 28′ 6″, de middelb. tijd aan boord $19^u 47^m 38^s$ en de lengte 30° 11′ 1″ oost.

Opgaven uit den *Almanak*, den 31ⁿ Aug. 1851, te 0^u.

$\odot^s$ ½ Middellijn 15′ 52″,4, te 12^u, ☾^{s} ½ middellijn = 15′ 59″, ☾^{s} horiz. equat. Parall. = 58′ 39″,
verand. in 12^u.................... = — 8 .... = — 27.

$\odot$ En ☾^{s} afstanden te XXI^u = 75° 1′ 19″, en, den 1ⁿ Sept., te 0^u = 76° 36′ 22″.

$\odot^s$ Declinatie te 0^u..... = 8° 46′ 58″ N. tijdvereff. *aftrekk. middelb. tijd*, = 0^m. 18^s,11,
verand. in 1^u = — 54 ,2 .... = — 0 ,768.

11^e *Voorb.* Den 18ⁿ Julij 1851, op 16° 40′ Z. br., te $3^u 14^m 24^s$ nam. op *Greenwich*, was de hoogte van α in den Ram (*Aries*) = 45° 44′ 20″, ☾^{s} H. = 74° 7′ 4″, ☾^{s} naaste rands afstand met de genoemde ster 43° 10′ 50″; de tijdmeter was *na* op *Greenwich* $20^m 28^s$. Te $7^u 0^m 50^s$, volgens dien tijdmeter, op 16° 12′ Z. breedte 's morgens aan boord, was $\odot^s$ H. = 27° 52′ 15″, het oog 3,5 el. *Vrage* de lengte? *Antw.* De ware afstand is 43° 25′ 19″, de middelb. tijd aan boord $20^u 44^m 0^s$ bij de tweede waarneming en de lengte 159° 8′ 57″ west.

Opgaven uit den *Almanak*, den 18ⁿ Julij 1851, te 0^u.

$\odot^s$ ½ Middellijn 15′ 45″,6, te 0^u, ☾^{s} ½ middellijn = 14′ 45″, ☾^{s} equat. horiz. parall. = 54′ 7″,
verand. in 12^u.................... = + 1 .... = + 4.

Afstand van de ☾ en α in den Ram, te III^u, = 43° 40′ 52″, en te VI^u. = 42° 18′ 57″.

$\odot^s$ Declinatie te 0^u....... = 21° 6′ 40″ N, tijdvereff. *aftrekk. middelb. tijd*, = $5^m 49^s$,88,
verand. in 1^u = — 26 ,5 .... = + 0 ,190.

12^e *Voorb.* Den 1ⁿ October 1851, op 33° 45′ N. breedte en 75° 47′ W. lengte, te $4^u 37^m 0^s$ namiddag aan boord, wees een tijdmeter $10^u 9^m 47^s$; de gang was *naloopend* 12^s,5, en de $\odot^s$ hoogte 15° 19′ 10″; omstreeks 5^u daarna wees die tijdmeter $3^u 29^m 12^s$, 's nachts van den 2ⁿ, en was toen de ☾^{s} naaste rands afstand met α van *Pegasus* 74° 0′ 44″. Tusschen de waarnemingen is men gezeild Z. W. t. Z., 7 mijl. Het gebezigde instrument had eene index-correctie van + 2′ 15″, het oog 5,3 el. *Vrage* den middelb. tijd aan boord bij den afstand, alsmede de lengte, en daar de afstanden uit den Almanak hier niet zijn opgegeven, ook deze te berekenen? *Antw.* De middelb. tijd aan boord bij den afstand is $9^u 43^m 38^s$, de schijnbare hoogte van α van *Pegasus* of *Marcab* is 69° 38′ 31″, die der maan 11° 41′ 9″, de ware afstand is 73° 31′ 12″, de afstanden worden te XII^u = 74° 51′ 36″, en te XV^u = 73° 25′ 9″ en de lengte bij den afstand 75° 56′ 37″ west.

Opgaven uit den *Almanak*, den 1^n October 1851, te 0^u.

⊙s $\frac{1}{2}$ Middellijn $= 16' \; 0'',4$.

⊙s . . lijke declinatie, te $0^u = 3° \; 3' \; 31''$, tijdvereff., *aftrekk. waren tijd*, $= 10^m \; 11^s,65$,
verandering in $1^u = +$ 58 ,3 , ... $= + \; 0,792$.

⊙s Regte opklimm., te $0^u = 12^u \; 28^m \; 17^s,6$
verand. in $1^u = +$ 9 ,06.

☾s Regte opklimming, te 12^u, $= 18^u \; 30^m \; 5^s,0$, ☾s declinatie . . . . $= 21° \; 50' \; 51''$ Z.
verand. in 3^u, ... $= +$ 6. 49 ,9 . . . . $= + \; 2.35$.

Den 28^n Sept., R. opkl van α in *Pegasus*, $= 22^u \; 57^m \; 22^s,91$, en declinatie, N. $= 14° \; 24' \; 35'',1$.
verand. in 10 dagen $=$ 0 ,04 . . . . $= +$ 0 ,9.

☾s $\frac{1}{2}$ Middellijn, te 12^u. . . . . $= 15' \; 19''$, horiz. equat. parall. . . . . $= 56' \; 12''$,
verand. in 12^u, $= -$ 7 , ... $= - \; 23$.

§ 321. Het valt niet te ontkennen, dat de berekening der lengte door tijdmeters gemakkelijker is, dan door afstanden. In de voorafgaande waarnemingen en ook in de oplossingen van beide die lengteberekeningen, wint het die door den tijdmeter ook verre in eenvoudigheid. — Dit gemak heeft, helaas! ten gevolge, dat men tegenwoordig minder werk maakt van het vinden der lengte door afstanden, dat echter ten hoogste is te bejammeren en af te keuren; men moet van het eene middel gebruik maken, zonder daarom het andere te verwaarloozen of na te laten. Tijdmeters zijn uitmuntende werktuigen, en zeer te waarderen, doch het zijn en blijven echter die soort van werktuigen, die, hoe verre de kunst thans ook ga, elk oogenblik kunnen blijven stil staan, of in gang kunnen veranderen, en waarvan de groote en spiraal-veer, of een der tappen, soms onverhoeds breken kunnen, en daardoor, voor dat oogenblik, en tot zoo lang, dat men ze weder heeft doen herstellen, van geene de minste waarde meer zijn. Is men in zoodanig geval niet meer gewoon aan het meten der afstanden tusschen twee hemelligchamen en de berekeningen der ware afstanden, zoo zullen deze soort van waarnemingen en hare berekening in den beginne weder moeijelijk en vreemd zijn, en eerst na eenige oefening goede uitkomsten kunnen leveren. De afstanden staan op zich zelven, dat de tijdmeter-lengten niet doen; deze zijn steeds afhankelijk van vroegere waarnemingen, of van stelling en gang, en de feilen, die men daarin mogt hebben, planten zich steeds en onophoudelijk voort. Verscheidene lengten, door afstanden van hemelligchamen oost en west van de maan op dezelfde plaats bepaald, mogen elk iets van de waarheid verschillen, het gemiddelde uit allen geeft eene uitkomst, die vertrouwen verdient, en vooral dan, als men op Tafel LIV der *Verzameling* of op de 2^e verschillen der afstanden acht geeft. Gaarne willen wij toestemmen, dat men in het meten van bogen bij de afstanden de naauwkeurigheid veelal wel niet nader dan tot $15''$ kan brengen, doch meenen ook tevens te mogen aannemen, dat het midden uit een vier- of zestal metingen, die feil soms aanmerkelijk kan verkleinen. — Bij korte reizen of op kleine togten zijn tijdmeters alleen uitmuntend en te verkiezen; bij groote reizen zijn de afstands waarnemingen der hemelligchamen aan te bevelen, en deze dan als enkele op zich zelven staande punten ten uiterste nuttig, welke verder, onderling door de tijdmeters waarnemingen als aan één verbonden, een geheel voor de lengte oplevert, dat schier niets in dit opzigt voor den zeeman te wenschen laat.

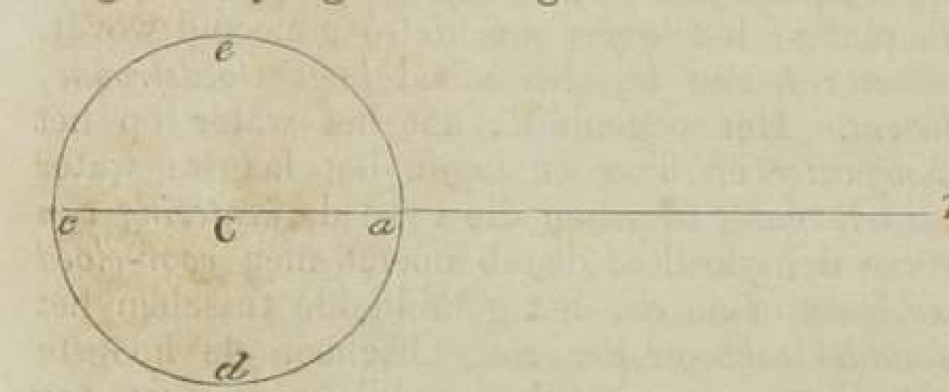
ACHTSTE BOEK.

OVER DE GETIJ-REKENING, EN IETS OVER DE WINDEN, ORKANEN, WOLKEN EN STROOMEN.

EERSTE AFDEELING.

Over de Getij-rekening.

§ 322. De getij-rekening of de berekening der toe- of afneming in de hoogte van het water voor eene plaats is voor den zeeman een hoogst belangrijk onderwerp, dat bereids voor lang het onderzoek der wis- en natuurkundigen uitmaakte. De algemeene aantrekkingskracht, die van de aarde op alle voorwerpen werkt, is ook van de maan en zon op onze aarde merkbaar, en deze is de waarschijnlijke oorzaak van de achtervolgende rijzing en daling der zee. Laat Z de zon, *aecd* de aarde voorstellen, die wij aannemen, dat geheel met water bedekt is. De aantrekkingskracht van het hemelligchaam Z, zal op de aarde in *a*, juist onder hetzelve, de aantrekkingskracht der aarde tot het punt C iets verminderen; hierdoor zal het water van *e* en *d* iets naar *a* toevloeijen, en aldus trachten het evenwigt te herstellen. Even zoo zal de aantrekkingskracht van Z in C sterker zijn dan in *c*, aan de andere zijde der aarde over *a* gelegen, dat weder ten gevolge zal hebben, dat in *c* weder minder middelpunts aantrekkingskracht heerscht, en het water dus ook aldaar van *d* en *e* toevloeit en in *c* hooger wordt. De aantrekkingskracht der zon heeft dus op de punten *a* en *c* der aarde dezelfde uitwerking, en in beide die punten wordt het water door toevloeijing van *e* en *d* vermeerderd. Daar nu het water zich echter noch in *a* noch in *c* kan verhoogen, zonder elders weder eene verlaging te ondergaan, zoo is het duidelijk, dat terwijl het water bij *a* en *c* te zamen loopt of hooger wordt, het te gelijker tijd bij *e* en *d* vermindert of lager wordt. Deze beschouwing gaat op gelijke wijze door voor de maan als men die in Z veronderstelt. In elke 24^u, den tijd dat de zon, en in $24^u \; 50^m$, den tijd, dat de maan, hare dagelijksche omloopen om de aarde volbrengen, zoude men dus twee tijden van hoog en dus ook twee tijden van laag water hebben, of voor elk, in ieder etmaal, vier dergelijke water-verschijnselen kunnen opmerken. Als echter twee krachten op een voorwerp hunne werking uitoefenen, zoo vereenigen zij zich als tot ééne kracht, zamengestelde kracht genoemd. Het is op gelijke wijze gelegen met de aantrekkingskracht der zon en maan op de vloeibare massa van onzen



aardbol, en wij zullen dus het veronderstelde hoog water bij *a* en *c* beschouwen, als te zijn veroorzaakt door de genoemde zamengestelde kracht. Daar nu de maan door haren kleineren afstand van de aarde eene grootere kracht uitoefent dan de zon, zoo is het dus ook duidelijk, dat de zamengestelde kracht het naast bij of onder de maan moet vallen en dus, dat het hooge water bij *a* en *c* nader tot de maan dan tot de zon moet komen.

Naar gelang nu de rigtingen van de aantrekkings krachten van zon en maan zich naderen, wordt de zamengestelde kracht vermeerderd, en rijst mitsdien het water hooger. Bij nieuwe en volle maan liggen die aantrekkingskrachten nabij elkander en in hetzelfde vlak, en dus is de zamengestelde alsdan het grootst. Bij kwartier manen vormen de rigtingen van de gemelde krachten eenen regten hoek; het zonne-hoogwater valt dan in het laagwater der maan en omgekeerd; de rijzing van het water is dan het geringste en alleen toe te kennen aan de maan, of aan hare meerdere aantrekkingskracht boven die der zon, namelijk in hare uitwerking op onzen bol.

§ 323. De zeelieden noemen het toenemen van het water *vloeijen* of het *loopen van den vloed;* terwijl het gelijktijdig verminderen van het water op eene andere plaats, het *loopen van de eb* genoemd wordt. De rigting, welke het water neemt bij den vloed heet *vloedstroom*, en die bij de ebbe *ebstroom*. Het oogenblik, dat het water op het hoogst is, noemt men *hoogwater* en daar en tegen het laagste water *laagwater*, en den tijd van overgang tusschen die twee de *kentering van het getij*. De eerste uren van den vloed of de eb noemt men *voor-vloed* of *voor-eb* en de laatste *na-vloed* of *na-eb*, het gemiddelde tusschen het hoog en laagwater de *gemiddelde hoogte der zee*. Ofschoon de hoogste standen der zee soms onderling aanmerkelijk verschillen en even zoo de laagste standen, zoo zijn echter de gemiddelde hoogten veelal weinig van elkander onderscheiden. Van daar, dat men bij alle opgaven van de diepten der zee, van eenige wetenschappelijke waarde, van die gemiddelde hoogten zoude moeten rekenen. In de opene zeeën, ver van land, is over het algemeen weinig verval of verschil bij vloed of eb in de hoogte van de zee op te merken.

Als de werkingen van aantrekking van zon en maan zich bij nieuwe of volle maan vereenigen, of de zamengestelde kracht het grootst doen zijn, zijn de getijen het aanmerkelijkst en de vloed of het water het hoogst; zij worden dan *springgetijen* genoemd, bij het eerste en laatste kwartier der maan zijn deze op het kleinst en heeten zij *doodegetijen;* het verschil van de rijzing van het water voor dezelfde plaats bij den spring- of doodevloed kan aanmerkelijk zijn, en is voor vele plaatsen zeer onderscheiden. Bij kwartier manen rijst het water, bijv., te *Vlissingen* 32 palmen, terwijl bij N. en V. maan de rijzing 40 palmen is, te *Brouwershaven* is de rijzing bij den doodevloed 25 en bij springtijden 30 palmen, enz.

§ 324. De verklaarde werking der zamengestelde kracht van zon en maan doet zich niet dadelijk in uitwerking op het water opmerken. Is het, bijv., nieuwe of volle maan, zoo heeft men niet onmiddellijk alsdan het springtij, maar eerst een of twee dagen daarna is die meerdere invloed door het hoogere getij op te merken. De

traagheid van het water, gevoegd bij het moeijelijke voor die groote massa, om onmiddellijk aan den invloed der aantrekkingskracht volkomen te voldoen, zijn de waarschijnlijke oorzaken dezer op vele deelen der aarde waargenomene vertraging der getijen.

§ 325. Tot hiertoe beschouwden wij den aardbol, als geheel met water omgeven te zijn; zeeën en stroomen overdekken dien echter slechts voor een gedeelte, en land en water wisselen zich telkens af; dit heeft dan ten gevolge, dat, buiten de bestendige vertraging voor vele streken van den aardbol van omstreeks $1\frac{1}{2}$ à 2 dagen, er nog eene vertraging bestaat, die enkel van plaatselijke toestanden afhankelijk is. Is het nieuwe of volle maan, en kon het water, bijv., te *Amsterdam*, zonder de minste beletselen van banken, eilanden, klippen of dergelijke toevloeijen, zoo zoude het aldaar ter plaatse $1\frac{1}{2}$ dag of 36^u daarna spring-tij zijn, en wel omstreeks 12^u; blijkt het nu echter bij dadelijke waarneming, dat het aldaar ter plaatse niet te 12^u maar te 3^u hoog water is, zoo duidt dit aan, dat de plaatselijke toestand waarschijnlijk nog eene hem eigene vertraging van 3^u veroorzaakt, die, zoo lang die plaatselijke toestand dezelfde blijft, steeds nagenoeg gelijke grootte houdt. Deze vertraging, die voor *Amsterdam* 3^u is, wordt *haven-tij* of *haven-tijd* genoemd, en deze kan alleen door een gezet onderzoek en vele waarnemingen gevonden worden. Voor de voornaamste zeeplaatsen zijn deze tijden in Tafel XLII der *Verzameling van Tafelen* medegedeeld.

Bij de twee aangevoerde meer of min bestendige verachteringen der getijen zoude men nog eenen onbestendigen invloed in aanmerking kunnen nemen, namelijk die, welke veroorzaakt wordt door de werking van den wind. Deze invloed is echter niet vooraf te bepalen, en kan alleen omstreeks het oogenblik van den vloed zelven eenigzins in aanmerking worden genomen. In het bezeilen van sommige gaten of havens dient men er evenwel acht op te geven; ook moeten loodsen en goede kustbeschrijvingen de kracht en den invloed der winden uit verschillende streken op de getijen, zoo veel mogelijk, doen kennen en opgeven. Eindelijk moeten wij hier nog doen opmerken, dat het verschil in de zwaarte der lucht, welk verschil ons door den barometer wordt kenbaar gemaakt, mede op de hoogte van den vloed merkbaar is. De waarnemingen van DAUSSY hebben geleerd, dat te *Brest* één duim in hoogte van den barometer eenen invloed heeft van veertien duim rijzing of daling in het water, of dat eene rijzing van 1 duim van den barometer 14 duimen val in het getij ten gevolge heeft.

§ 326. Trekken wij het gezegde kortelijk te zamen, zoo hebben wij: de als vereenigd werkende aantrekkingskracht der maan en zon doet het water onder zich op de aarde zamenvloeijen, en wel in twee tegen over elkander gelegene streken van den aardbol, dat te gelijker tijd op twee andere plaatsen, die mede tegen over elkander gelegen zijn, laag water veroorzaakt. Die krachten van maan en zon vereenigen zich in invloed op de zeeën als in ééne kracht, die wij de zamengestelde kracht hebben genoemd, en die verre weg het naast bij die der maan komt, en deze nagenoeg alleen volgt; zoo dat, als het, bijv., heden op eene plaats te 3^u hoog water is, het morgen aldaar ten naasten bij zoo veel later hoog water zal zijn, als de maan in dat etmaal verachtert, of aldaar later door den meridiaan gaat. Deze opmerking leidt ons als van zelve tot het berekenen van den tijd van het hoog water. De haven-tijd is, zoo als gezegd werd, uit Tafel XLII te bepalen; hierdoor verkrijgt men dus den tijd van hoog water bij nieuwe of volle maan, bij dezen tijd voegt men den tijd van de verachtering der maan sedert de N. maan, zijnde nagenoeg de tijd van den doorgang der maan voor den gegevenen dag.

Wil men den tijd van hoog water met eenige meerdere zorg berekenen, zoo dient men niet alleen den invloed of de verachtering der maan, maar ook die der zon en den afstand der maan tot de aarde in aanmerking te nemen. De vereffeningen daarvoor zijn in Taf. XLI opgegeven; zij hebben eene vermeerdering of vermindering op de gewone vertraging van den tijd van het hoog water ten gevolge, en worden naar aanleiding hunner teekens op den maans doorgangstijd toegepast. De zons schijnbare en de maans ware omloop om de aarde zijn geene cirkels, maar beide ellipsen, dat dan ten gevolge heeft, dat die hemelligchamen zich niet altijd op denzelfden afstand van ons bevinden. Deze verandering van afstand in betrekking tot de aantrekkingskracht is bij de zon van weinig belang, en wordt hier niet in aanmerking genomen; bij de maan, die eene meer langwerpige loopbaan heeft dan de zon, is die verandering bij hare grootere aantrekkingskracht niet te verwaarloozen, en oefent daaromtrent somtijds eenen aanmerkelijken invloed uit, zoo wel op de rijzing of verhooging zelve als op den tijd van het hoog water. Tafel XLI bevat de zamengestelde kracht ook te dezen aanzien geregeld, en deze is in die Tafel voor drie voorname standen van de maan bepaald, en wel voor den middelbaren, versten en naasten stand; de overige kolommen dier Tafel zijn door tusschenvoeging hieruit afgeleid; het is door het maans verschilzigt of de maans halve middellijn, dat men nu gemakkelijk bepaalt, op welken afstand de maan zich van de aarde bevindt, en uit welke kolom de grootheid moet bepaald worden. Eindelijk leert ons de ondervinding nog, dat de getijen meer aanmerkelijk worden, naar gelang de zon of maan zich digter bij de linie bevinden of hunne declinatiën verminderen of kleiner worden. Bij spring-getijen kunnen dus de afstanden der hemelligchamen, benevens hunne meerdere of mindere declinatie, eenen aanmerkelijken invloed uitoefenen, en de genoemde getijen zelfs zeer aanzienlijk onderscheiden doen zijn. De genoemde afstanden van zon en maan en hunne declinatiën in aanmerking nemende, kan men vooruit het meer of min aanmerkelijke van een getij bepalen. Sommige sterrekundige jaarboeken doen de coëfficienten voor de spring-getijen te dezen aanzien kennen, en geven daardoor aanleiding, dat men de hoogte van eenig getij eenigzins vooruit kan bepalen. Echter zij men daarbij steeds bedacht, dat de wind en de druk der lucht altijd eenen, niet vooraf te bepalen, invloed kunnen uitoefenen, welke soms zeer aanmerkelijk kan zijn.

§ 327. De berekening van den tijd van hoog water voor eenige plaats geschiedt, zoo als wij hebben opgemerkt, door het zoogenoemde haven-getal te vermeerderen met de verachtering der maan sedert nieuwe maan. Die verachtering kan nu op de gewone wijze berekend worden, door den maans ouderdom (§ 207) te vermenigvuldigen

met 48^{m}, welk getal men bij deze berekening kan aannemen, dat de maan gemiddeld dagelijks vertraagt. Ook kan men dien tijd berekenen door Tafel XLI, en dit geeft ons dan de twee volgende regels voor de berekening van het hoog en laag water voor eene plaats, waarvan de haven-tijd bekend is.

1e *Regel. Bepaal, volgens* § 207, *of uit de* 2e *kol. van bladzijde* N°. II *van den Almanak, voor den gegeven' dag, den maans ouderdom; vermenigvuldig dien ouderdom met* 48^{m}, *en het product door* 60 *gedeeld, zoo heeft men tot uitkomst de verachtering van het getij sedert N. maan; hierbij wordt gevoegd de haven-tijd uit Tafel* XLII, *en de som is de tijd van hoog water; deze tijd met eenen halven of een' vierden maansdag vermeerderd of verminderd, heeft men tot som of verschil het volgende of vóórafgaande hoog of laag water. Een maansdag is gelijk* 24^{u} + *de verand. van* ☾s *doorgang in* 24^{u} *op den gegeven' dag, of gemiddeld genomen* = $24^{u}\,48^{m}$ *à* $24^{u}\,50^{m}$.

2e *Regel.* 1°. *Bereken den doorgangstijd voor den gegeven' dag uit den Almanak, en herleid dien tot de gegevene lengte; met genoegzame naauwkeurigheid zal men ten deze voor elke* 15° *of* 1^{u} *lengte west* $2^{m},1$ *of* 2^{m} *kunnen bijtellen en voor lengte oost zoo veel kunnen aftrekken, bij of van den doorgangs tijd der maan uit den Almanak, en daar de vereffeningen van Tafel* XLI *voor zonnetijd berekend zijn, zoo brengt men den gevondenen doorgangs tijd door toepassing van de tijdvereffening tot zonnetijd.*

2°. *Bepaal voor dezen maans doorgangstijd de verbetering uit Tafel* XLI, *al naar dat de maan zich in een' der in de Tafel opgegevene standen bevindt, hetgeen men onmiddellijk door het horizontale verschilzigt uit den Almanak kan onderscheiden. Deze verbetering wordt verder, naar aanwijzing van het teeken* + *of* —, *dat men in de Tafel voor de getallen vindt, bijgeteld of afgetrokken, bij of van den maans doorgangs tijd van de plaats der waarneming uitgedrukt in middelb. tijd; de som of het verschil is de verachtering van het getij sedert nieuwe maan.*

3°. *Den haven-tijd van Tafel* XLII *telt men vervolgens bij de verachtering van het getij, in* N°. 2 *bepaald, en de som is dan de middelbare tijd van hoog water, die nu door bijvoeging of aftrekking van een' halven maansdag tot een volgend of vóórgaand hoog water-tijd, en op gelijke wijze door het toepassen van eenen vierden maansdag tot laag water-tijd kan herleid worden.*

Wij zullen de volgende voorbeelden naar beide deze regels bewerken.

1e *Voorb.* Den 4^{n} Julij 1846, vraagt men, hoe laat het hoog en laag water te *Amsterdam* zal zijn?

Oplossing volgens den 1^{n} *regel.*

De epacta is voor 1846	= 3		
verloopene maanden	= 4		
» dagen	= 4		
som is de ☾s ouderdom	= 11	× 48^{m} =	$8^{u}\,48^{m}$
haven-tijd uit Tafel XLII		=	3. 0
dus hoog water te *Amsterdam* te			$11^{u}\,48^{m}$
gemiddelde lengte van een getij, *af of bij*, ...			6. 12
geeft voor vóórafgaand laag water			$5^{u}\,36^{m}$
en voor volgend laag water			6. 0.

Door den 2^n *regel heeft men:*

De lengte van *Amsterdam* is nagenoeg 5° of $0^u,3$ oost. In den *Almanak* voor 1846, vindt men den 4^n Julij: ☾^{s} doorgang te $8^u 10^m,7$, het horizontaal verschilzigt 57′ en de tijdvereffening, *aftrekkend van den middelb. tijd*, 4^m, en dit geeft nu:

☾^{s} Doorgang, volgens den *Almanak*, te	$8^u 10^m,7$.
de verbetering voor de lengte is gelijk $2^m,1 \times 0,3$, . —	$0\ ,6$
de ☾^{s} doorgang, te *Amsterdam*, in middelb. tijd is .	$8^u 10^m,1$
in Taf. XLI vindt men voor $8^u 10^m,1$ —4^m tijdvereff. of $8^u 6^m,1$ doorgang in zonnetijd en 57′ H. verschilz. als verbet. +	$4\ ,6$
de verachtering van het getij . . . . =	$8^u 14^m,7$
haven-tijd te *Amsterdam*, Tafel XLII, ... =	3. 0
dus is de tijd van hoog water 's avonds te *Amsterdam* te	$11^u 14^m,7$
gemiddelde grootte van een getij . . . , ...	6. 12
tijd van het vóórgaande laag water is te	$5^u\ 2^m,7$
tijd van het volgende laag water is te	5. 26 ,7.

2^e *Voorb.* Den 23^n September 1846 vraagt men, hoe laat het hoog en laag water zal zijn bij de *Buitengronden voor Texel?*

Antw. Volgens den 1^n regel komt er: hoog water te $8^u\ 19^m$'s avonds en het volgende laag water te $2^u 31^m$ des nachts, en volgens den 2^n regel: hoog water te $7^u\ 19^m$'s avonds en vóórgaand laag water $1^u\ 7^m$'s namiddags.

Volgens den *Almanak*, is op den 23^n Sept., de maans ouderdom 2,9 dag, de ☾^{s} doorgang te $1^u\ 56^m,0$, het horiz. verschilzigt 55′ en de tijdvereffening, *bijtellend*, 8^m.

3^e. *Voorb.* Den 27^n October 1846 vraagt men den tijd van hoog en laag water voor *Penzance* in *Mountsbaai;* de lengte is nagenoeg $5\frac{1}{2}°$ west of $0^u,3$. *Opgaven* uit den *Almanak:* den 27^n is de ☾^{s} ouderdom 7,2 dag, de ☾^{s} doorgang is te $6^u\ 3^m,5$, verschil in $24^u = 54^m$, het horiz. verschilzigt is 59′ en de tijdvereffening $= + 16^m$.

Antw. Volgens den 1^n regel heeft men: het hoog water valt voor te $10^u\ 16^m$'s avonds en het voorgaande laag water te $4^u\ 4^m$ na den middag; volgens den 2^n regel is het hoog water te $9^u\ 43^m$'s avonds, en het opvolgende laag water te $3^u\ 56^m$'s nachts.

4^e *Voorb.* Men vraagt, den 25^n Mei 1846, hoe laat het hoog water zal zijn in de *Eilanden-baai* (*Nieuw-Zeeland*), op ruim 174° of $11^u,6$ lengte oost gelegen?

Men vindt in den *Almanak* den 25^n Mei: ☾^{s} ouderdom 0,3 dag, de ☾^{s} doorgang den 24^n Mei ☌.

Volgens den 1^n regel heeft men: ☾^{s} ouderdom $0^d,3 \times 48^m = 0^u\ 14^m$
haven tijd $= 8.\ 0$
hoog water te $8^u 14^m$.

Volgens den 2^n regel heeft men: de maan gaat op den 24^n niet door den meridiaan, en derhalve is het op den 25^n nieuwe maan, en is het haven-getal de tijd van hoog water.

5^e *Voorb.* Op den 6^n September 1846, wordt gevraagd naar den tijd van hoog water, enz., in de baai van *Cadix?* De opgaven uit den *Almanak* zijn: den 6^n September is de ☾^{s} ouderdom $15^d,5$, de ☾^{s} doorgang heeft plaats te $13^u\ 12^m,4$, de verand. in 24^u is $54^m,2$, het horizontaal verschilzigt 61′ en de tijdvereffening *bijtellend* 2^m.

Antw. Volgens den ☾^{s} ouderdom heeft men hoog water te $2^u\ 9^m$'s nachts en het voorafgaande laag water te $7^u\ 57^m$; door den ☾^{s} doorgang verkrijgt men hoog water te $2^u\ 37^m$'s nachts, en het vóórafgaande hoog water heeft plaats te $2^u\ 10^m$'s namiddags.

§ 328. Wil men gebruik maken van de Tafel van de *half maandelijksche oneffenheid*, zoo zoeke men mede den tijd van ☾^{s} doorgang, verbeterd voor de lengte, en neemt men voor dien tijd uit de volgende Tafel eene vereffening, die men naar de opgave der Tafel bijtelt of aftrekt bij of van den tijd van doorgang, waarbij vervolgens de haventijd uit Tafel XLII gevoegd wordt, en alsdan is de som de gezochte tijd van het hoog water.

HALFMAANDELIJKSCHE ONEFFENHEDEN
VAN DEN TIJD VAN HOOG WATER,
VOOR *Londen*, *Liverpool*, *Pembroke*, *Ramsgate*, *Sheerness*, *Portsmouth*, *Plymouth* EN *Brest*.

Maans doorgang.	H. Maand. oneffenh.	Maans doorgang.	H. Maand. oneffenh.	Maans doorgang.	H. Maand. oneffenh.	Maans doorgang.	H. Maand. oneffenh.	Maans doorgang.	H. Maand. oneffenh.
	Aftrekken		Aftrekken.		Aftrekken		Aftrekken		Bijtellen.
$0^u\ 0^m$	$0^u\ 0^m$	$2^u 30^m$	$0^u 36^m$	$5^u\ 0^m$	$1^u\ 3^m$	$7^u 30^m$	$0^u 30^m$	$10^u\ 0^m$	$0^u 16^m$
10	0 2	40	0 38	10	1 4	40	0 25	10	0 16
20	0 4	50	0 41	20	1 5	50	0 20	20	0 15
30	0 6	3. 0	0 43	30	1 5	8 0	0 15	30	0 15
40	0 8	10	0 45	40	1 5	10	0 10	40	0 14
50	0 11	20	0 47	50	1 4	20	0 5	50	0 12
1. 0	0 13	30	0 49	6. 0	1 3	30	0 1	11 0	0 11
							Bijtellen.		
10	0 15	40	0 51	10	1 1	40	0 3	10	0 10
20	0 18	50	0 53	20	0 59	50	0 6	20	0 8
30	0 20	4. 0	0 55	30	0 56	9. 0	0 9	30	0 6
40	0 23	10	0 57	40	0 52	10	0 12	40	0 4
50	0 25	20	0 59	50	0 48	20	0 14	50	0 2
2. 0	0 28	30	1 0	7. 0	0 44	30	0 15	12. 0	0 0
10	0 30	40	1 1	10	0 39	40	0 15		
20	0 33	50	1 2	20	0 35	50	0 16		

Voorb. Men vraagt den tijd van hoog en laag water te *Amsterdam*, den 20^n April 1844.

Opgaven uit den *Almanak* voor April 1844.

Den 20^n ☾^{s} Ouderdom 2,8 dag.
» 19^n ☾^{s} Doorgang . . . . $1^u\ 16^m,1$
» 20^n » » . . . . 2. 3 ,7.
» 20^n » Horizontaal verschilzigt . . . . 53′ 57″.
» 20^n » Tijdvereffening, *bijtellend bij den M. tijd* $1^m\ 11^s,4$.

I^e *Oplossing; door den* 1^n *regel.*

☾'s ouderdom $2{,}8 \times 48^m$	$= 2^u\,14^m$
haventijd voor *Amsterdam*, ...	$= 3.\ 0$
hoog water	$= 5^u\,14^m$ na midd.
halve maansdag	$= 12.\ 24$
hoog water 's morgens	$= 4^u\,50^m$.

II^e *Oplossing; door Tafel* XLI.

☾'s Doorgang den 20^n	$= 2^u\ 3^m{,}7$
verbetering voor de lengte is als vroeger reeds gevonden, $2^m{,}1 \times 0{,}3$	$= -\ 0\ {,}6$
☾'s doorgang te *Amsterdam*	$= 2^u\ 3^m{,}1$
in Taf. XLI heeft men voor $2^u\,3^m{,}1 + 1^m{,}2$ tijdvereff. of $2^u\,4^m{,}3$ zonnetijd en $53'{,}8$ verschilzigt als vereff.	$= -38\ {,}0$
dus de verachtering van het getij	$= 1^u\,25^m{,}1$
haventijd voor *Amsterdam*	$= 3.\ 0$
derhalve namiddag hoog water te *Amsterdam* te	$4^u\,25^m{,}1$
gemiddelde verachtering van het getij	$= 6.\ 12$
laag water 's avonds te	$10^u\,37^m{,}1$.

III^e *Oplossing, door de bijgevoegde Tafel.*

☾'s Doorgang den 20^n	$= 2^u\ 3^m{,}7$
de verbetering voor de lengte is als boven $2{,}1 \times 0{,}3$	$= -\ 0\ {,}6$
☾'s doorgang te *Amsterdam*	$= 2^u\ 3^m{,}1$
de vereffening voor dezen tijd is uit de Tafel der halfmaandelijksche oneffenheid	$-\ 0.\ 29$
gemiddelde verachtering	$= 1^u\,34^m{,}1$
haventijd te *Amsterdam*	$= 3.\ 0$
dus hoog water te *Amsterdam* 's namiddags te . .	$4^u\,34^m{,}1$.

De hier medegedeelde Tafel der oneffenheid van het getij is overgenomen uit *The practice of navigation, etc.*, bij HENRY RAPER, de 15^e Tafel; zij is eene gemiddelde uitkomst van de deswege gedane waarnemingen te *Londen*, *Liverpool*, *Ramsgate*, *Sheerness*, *Portsmouth*, *Plymouth* en *Brest*. Zijn de maansdoorgangen grooter dan 12^u, zoo vermindert men die met 12^u, en zoekt voor de rest de getallen uit deze Tafel op.

§ 329. Zoo veel als de verscheidenheid van klippen, banken, geulen en dergelijke in de zeeën der aarde zijn, worden ook de meer of min belangrijke afwijkingen der getijen, daardoor veroorzaakt. De juiste kennis der getijen is echter soms dan het belangrijkste, als men dikwerf de meeste afwijking te wachten heeft, en men een zeegat moet bezeilen, dat men niet wel kent; loodsen hebben door eene lange ervaring ten aanzien van hunne zeegaten en havens de beste gelegenheid, hierin van dienst te zijn. Bij gebrek aan deze moeten de kustbeschrijvingen den zeeman dienen en hem hierin ten geleide of hulp strekken.

In het algemeen heeft men in de opene zeeën de regelmatigste opvolging der getijen; zeeën van kleine uitgebreidheid, als, bijv., de *Zwarte*, de *Kaspische* of de *Middellandsche Zeeën*, die door eene naauwe opening met den oceaan gemeenschap hebben, ondervinden weinig invloed der boven verklaarde aantrekkingskracht, en hebben dus geen of weinig vloed of eb. De naauwten, bogten en zeeën tusschen eilanden zijn daarentegen aan de meest onregelmatige getijen onderworpen. De *Noordzee* levert, om dit slechts kortelijk aan te toonen, onder andere te dien aanzien geene onbelangrijke bijdragen op; hare gedaante, veelvuldige banken en ligging, die aanleiding geven, dat de groote getij-golven van den Atlantischen oceaan langs het zuiden en noorden van *Engeland* en *Schotland* die zee bereiken, en doorloopen, zijn als de waarschijnlijke oorzaken van de vele verscheidenheden ten aanzien der getijen in de *Noordzee* op te merken. Zoo heeft men in de *Orcades* en op de noordkust van *Schotland* de grootste springtijen en laagste doode-tijen eerst den vierden dag na N. of V. maan of kwartiermanen. Verder veroorzaken de westelijke en Z. westelijke winden aldaar de hoogste vloeden en de laagste ebben; wordt er een vloed door den wind hoog opgezet, zoo is de eb niet altijd naar evenredigheid, en een voortdurende wind houdt de eb zelfs tegen; dat, bij eenen hoogen vloed, alleen door de aantrekkingskracht veroorzaakt, geenszins het geval zal zijn. De rijzing van het water bij springtijen is aldaar van 2 tot 3 ellen en bij doode-tijen 0,5 tot 2 ellen. Op de westelijke kusten van de *Noordzee* is de opvolging der tijden van hoog water van het noorden naar het zuiden; op de oostelijke zijde heeft het tegenovergestelde plaats. Een gedeelte van den stroom, door den vloed veroorzaakt, schijnt uit het *Kanaal* door de *Vlaamsche banken* en langs de *Hollandsche kust* om de noord te loopen, valt vervolgens langs *Texel* oostwaarts naar de *Wezer* en *Elbe*, bij *Helgoland* zet deze zich naar de *Jutsche kust;* vervolgens vermindert hij allengskens in kracht en houdt schier geheel bij *Bovenbergen* op. Bij *Calais* en *Douver* zijn de rijzingen bij springtijden 6 en 6,4 el, bij W. *Terschelling* 2, en te *Duncansby*, op *Noord-Schotland*, 2,6 el. De verdere bijzonderheden der getijen behooren meer tot eene bepaalde kustbeschrijving. Deze zijn voor onze kusten met eene uitmuntende zorg waargenomen en opgegeven, in de zoo belangrijke verzameling van kaarten onzer zeegaten en de beschrijvingen daarbij behoorende.

TWEEDE AFDEELING.

Over de winden, orkanen en wolken.

§ 330. De lucht, die de aarde omringt, zet zich bij vermeerdering van warmte of verhooging van temperatuur uit, wordt ligter en rijst opwaarts. Bij eene verlaging van temperatuur heeft het tegenovergestelde plaats; de lucht krimpt dan in, wordt zwaarder, en daalt tot de aarde. Bij elke vermindering van lucht en verlaging van temperatuur moet de bijliggende lucht dus, tot herstel van het evenwigt, toestroomen, en daardoor eene beweging in de lucht, eene luchtstrooming, veroorzaken, die men *wind* heet. Bij de ongelijkheid van temperatuur op de aarde, en de veranderingen daarin voorvallende, moeten er dus gestadig luchtstroomen of winden ontstaan, die zich naar den invloed dier werking en nog andere oorzaken wijzigen, en de kracht of snelheid en de rigting van den wind zeer onderscheiden doen zijn.

Passen wij dit toe op onze aarde, die tusschen de keerkringen eene aanmerkelijk hoogere temperatuur heeft, zoo is het gemakkelijk te begrijpen, dat er twee luchtstroomen ontstaan, die zich nabij de oppervlakte der aarde van de polen en de gematigde luchtstreken naar den equator bewegen, en verder zullen, om het daardoor verbrokene evenwigt te herstellen, in de bovengewesten afgekoelde luchtstroomen van boven de linie naar de polen afdalend teruggaan, en aldus twee groote circulatie-luchtstroomen om de aarde daarstellen. Was nu de aarde zonder omwentelings beweging, zoo zoude er altijd in de benedengewesten der aarde eene toestroomende lucht naar de linie gevonden worden, en, omgekeerd, in de bovengewesten luchtstroomen naar de polen kunnen worden opgemerkt. De omwentelings beweging, van het westen naar het oosten, is op het oppervlak der aarde van de polen naar de linie allengskens toenemend in snelheid. De van de poolgewesten komende pool-luchtstroomen ontmoeten dus telkens zich meer en meer snel bewegende gedeelten der aarde; die deelen der aarde schokken als tegen de pool-luchtstroomen, en, bij terugwerking, die luchtstroomen tegen de deelen der aarde. Men ontvangt dus eenen oostelijken luchtdruk, die van het noorden en zuiden tot de linie komende, aanleiding geeft tot bestendige N. O. en Z. O. winden, en in het noordelijk halfrond der aarde den *Noordoost-* en in het zuidelijk halfrond den *Zuid-oostpassaat* doet geboren worden, die in den *Noord- en Zuid-Atlantischen Oceaan* bepaaldelijk, en in de *Stille Zuidzee* meer of min bestendig worden aangetroffen. De naar de polen gelegene grenzen van den N. O. en Z. O. passaat worden naar den tijd van het jaar, of door verandering in temperatuur in de halfronden der aarde iets veranderd, en strekken zich tot op omstreeks 26 à 28° breedte aan beide zijden van den equator uit. In den winter of in December schijnt voor het noorder halfrond de noordelijke grens van den N. O. passaat op ruim 24° breedte te zijn, in de lente is die wind tot op 28°, in den zomer tot $30\frac{3}{4}$°, en in de herfst tot op $28\frac{1}{3}$°, gemiddeld genomen, merkbaar. De N. grens van den Z. O. passaat overschrijdt den equator, en strekt zich tot op $1\frac{1}{2}$ à $3\frac{1}{4}$° N. breedte uit. De equatoriale grenzen dezer passaatwinden of die nabij de linie zijn voor beide de passaten in den

Winter,	de N. O. tot op	5° 45′	N. br.; de Z. O. op	2° 30′	N. br.
Lengte,	» »	5. 45	» » »	1. 30	»
Zomer,	» »	11. 20	» » »	3. 15	»
Herfst,	» »	10. 00	» » »	3. 15	»

In den *Noorder Atlantischen Oceaan* buigt zich de noordelijke grens van den N. O. passaat op nagenoeg 60° wester lengte iets meer noordwaarts, en is de windgordel van den Z. O. passaat, in den *Zuid-Atlantischen Oceaan*, breeder en de wind meer bestendig, dan die van

den N. O. passaat. Volgens latere waarnemingen schijnen de N. O. en Z. O. passaat-winden, in de *Stille Zuidzee*, zich voornamelijk te doen gevoelen aan de westzijde van *Amerika*, en minder nabij de menigte eilanden iets beoosten en benoorden *Nieuw-Zeeland* gelegen. Zoo schijnt tusschen de *Lage eilanden* de Z.O. alleen te waaijen van Maart tot October, en overigens door westelijke winden en regen te worden opgevolgd. In de *Indische zee* treft men den Z. O. alleen aan van beoosten *Madagascar* tot nabij *Nieuw-Holland* van 10 à 11° tot 20 à 21° Z. breedte.

De luchtstroomen, die in de tusschen-keerkrings gewesten opwaarts rijzen, worden allengskens afgekoeld, en keeren, zoo als reeds is opgemerkt, naar de polen terug. Nedergedaald tot in de gematigde luchtstreken, ontmoeten die luchtstroomen bij hunnen voortgang telkens eene minder snelle beweging der aard-oppervlakte, snellen oostwaarts op de oppervlakte voort en veroorzaken dus eenen om de oost gaanden luchtstroom, die, vereenigd met de zuidelijke beweging der lucht aan de N zijde, en eene noordelijke in het zuider halfrond, in het eerste halfrond een' *zuidwest-* en in het tweede een' *noord-weste-wind* moet veroorzaken. Benoorden den gordel van den N. O. passaat is de wind dus veelal Z. W. en bezuiden den Z. O. passaat N. W., die in den gordel van omstreeks 34 tot 38° Z. breedte meer westelijk wordt, en daardoor veelal den naam van den westpassaat erlangt, die zich van bezuiden de *Kaap de Goede Hoop* tot nabij *Nieuw-Holland* uitstrekt.

De luchtgordel tusschen den N. O. en Z. O. passaat, zich uitstrekkende van 3 à 4° N. breedte tot 8 à 9° N. breedte, kenmerkt zich veel door windstilte of door afwisselende winden. Het is in dezen merkwaardigen gordel, die zich op zee om den geheelen aardbol uitstrekt, dat zich vaak verhevene natuurverschijnselen vertoonen, en veelal zware regen- en donderbuijen gevonden worden.

§ 331. De *jaargetij-* of *moesons winden* behooren voornamelijk tot de noordelijke *Indische zeeën*. Ook in den *Atlantischen Oceaan*, om en nabij de *West-Indische eilanden-groepen* en de Golf van *Guinea*, treft men die afwisselende winden aan. Aldus heeft men in de *Caraïbische zee* de westelijke winden of regenwinden (*vendavales*), die van Julij tot December heerschen. Van de monding der *Mississippi* tot op 28° N. breedte heeft men den N. tot N. O., van April tot Julij in den morgen en in den namiddag den Z. W. wind; de Spaansche zeelieden noemen die winden de draaiwinden (*vizazones*). Verder waaijen er in de Golf van *Mexico* de noordelijke winden (*Nortes*) van September tot Maart. Op de kust van *Brazilie* heeft de Z. O. voornamelijk plaats van Maart tot September; de overige tijden van het jaar zijn de winden aldaar tusschen het N. O. en O. N. O. Op de kust van *Afrika* is de wind van kaap *Blanco* tot *Sierra Leona* meer westelijk dan oostelijk. Van *Sierra Leona* tot kaap *Palmas* is de wind veelal W. N. W. en verder Z. W. en zuid. In de noordelijke *Indische zeeën* wisselen de moesons elkander veelal regelmatig af, en wel van April tot omstreeks het midden van September uit de eene, en van het midden van September tot het begin van April uit de andere rigting. Aan de *Kaap de Goede Hoop*, gelegen in het gebied van de zuidelijke grens van de N. westelijke winden, heerscht gemeenlijk van Mei tot Augustus, en dus aldaar in den wintertijd, de westelijke of kwade moeson, en in den zomer een oostelijke of goede moeson. In de *Roode zee* heeft men van half Mei tot half Augustus veelal noordelijke, en de overige maanden meer zuidelijke winden. Van October tot Julij is de wind in de *Perzische golf* noord-west en de drie overige maanden meest zuid-oostelijk. In de N°. *Indische zee*, in de *Golf van Bengalen* en benoorden *Borneo*, heerscht de Z. W. moeson van April tot October en de N. O. moeson van October tot April. Bezuiden de linie in den *Oost-Indischen Archipel* heeft men den Z. O moeson van April tot October, en den N. W. moeson van October tot April. In de *Java-zee* worden de rigtingen der moesons meer westelijk en oostelijk, en heet de oost-moeson de goede of drooge en de west-moeson de kwade of natte moeson.

Over het algemeen veranderen de moesons in het begin van April en September of October; deze verandering in de rigting dier jaargetijwinden, *kentering der moesons* genoemd, geschieden allengskens, zijn dikwerf vergezeld van stilten en stormen, en ziet men ook dan reeds vaak de wolken in de bovengewesten eene tegenovergestelde rigting aannemen als die van den wind in de benedengewesten.

§ 332. De *zee-* en *landwinden*, die men voornamelijk in de meer warme of tusschen-keerkrings gewesten aantreft, wisselen zich vrij regelmatig af; de ongelijke warmte, op het land en de nabij zijnde zee, is als de oorzaak aan te merken dezer nabij de kusten heerschende winden. De zeewind waait uit zee meer of min landwaarts in, en de landwind in eene tegenovergestelde rigting. Na den opgang der zon, wordt de dampkring boven het land eerder verwarmd dan boven de zee, hetgeen dan eenige toestrooming der lucht uit zee ten gevolge heeft, en dus eenen zeewind daarstelt. Tot den middag neemt dit toe en bereikt de zeewind de grootste kracht, waarna hij weder afneemt. In den nacht koelt het land spoediger af, en er ontstaat een luchtstroom van het land naar de zee, en dus een landwind, die allengskens aanwakkert, tot dat de temperatuur het laagst op den wal gedaald is.

Orkanen of Cyclonen.

§ 333. Enkele gedeelten van den aardbol, als: de *Indische zee* tusschen *Madagascar*, *Java* en *Timor*, tot aan den zuiderkeerkring, als ook de *Chinesche zee*, de golf van *Mexico* en de *West-Indiën*, zijn bepaaldelijk onderworpen aan hevige stormen of orkanen. Onderscheidene geleerden hebben zich onledig gehouden met het nagaan dier orkanen, en de uitkomsten van dat onderzoek zijn vooral voor den zeeman als hoogst belangrijk aan te merken. Deze zich soms zoo snel bewegende luchtstroomen, die zich op de gezegde gedeelten des aardbols van tijd tot tijd vertoonen, zijn geene winden, die zich in alle rigtingen bewegen; integendeel, die luchtstroomen of orkanen volgen eene zekere orde, die in dezelfde streken onveranderlijk schijnt plaats te hebben. Zij bewegen zich niet in regte lijnen, maar, als om een punt rondloopende, draaijen zij gestadig met hevig geweld voort, en gedurende die beweging verplaatst zich de geheele massa lucht in eene rigting, die men de *baan van den orkaan* noemt. Merkwaardig

is de overeenstemming, die te dien aanzien plaats heeft. Aan de noordzijde van de linie beweegt zich de luchtstroom in de orkanen als tegen den loop der wijzers van een uurwerk, en is, in eenen orkaan in die streken, bijv., de wind voor den zeeman eerst zuid, zoo wordt hij vervolgens voor hem oost, daarna noord, west, enz. Op zuider breedte heeft het tegenovergestelde plaats; is de wind in eenen orkaan, voor iemand, uit het noorden, zoo zal hij vervolgens uit het oosten, daarna als uit het zuiden, enz., voortkomen. De diameter van den zich aldus ronddraaijenden orkaan, ook *cyclone* geheeten, is, volgens waarnemingen, zeer onderscheiden. Sommigen schijnen allengskens in diameter of grootte toe te nemen; die van de *West-Indiën* zijn van ruim 100 tot 200 à 300 geographische mijlen, in de *Indische zee* van 100 tot 150 mijlen, die van de baai van *Bengalen* zijn iets minder, en die der *Chinesche zee* nog kleiner, of van omstreeks 25 tot 60 à 70 mijlen. Het is in die beperkte ruimten, dat zich de orkanen al ronddraaijen, en met meer of mindere snelheid bewegen. Die beweging of verplaatsing is, volgens PIDDINGTON, in de baai van *Bengalen* van $\frac{1}{4}$ mijl tot omstreeks 10 mijlen per uur, en in de *Chinesche zee* is die snelheid van 2 tot 6 mijlen in het uur; somtijds is die vaart van den orkaan aanmerkelijk grooter en neemt daarna weder allengskens af.

Naar aanleiding der onderzoekingen van REDFIELD en REID, schijnen de *West-Indische* orkanen hunnen oorsprong te nemen nabij de *Benedenwinds* eilanden; zij bewegen zich vervolgens langs *Haïti*, *Cuba*, beoosten *Florida* of over de golf van *Mexico* N. en N oostelijk op, om zich beoosten *Nieuw Schotland* in den *Atlantischen Oceaan* te verliezen. Naar THOM nemen de orkanen in de *Indische zee* eenen aanvang, nabij de grenzen van den passaatwind, in het gebied van de moesons onder de kusten van *Sumatra* en *Java*, zij strekken zich vervolgens W.Z.W., zuid en verder oostwaarts uit, om daarna iets bezuiden den keerkring, benoorden de eilanden *Paulus* en *Amsterdam*, op te houden. In de baai van *Bengalen*, komen de stormen uit het oosten en bewegen zich westwaarts. Even zoo zijn de banen der orkanen, of der *tyfoens* (1) in de *Chinesche zee* van het oosten naar het westen, sommige N. westelijk en andere bezuiden het westen gelegen.

Ook ten aanzien der tijden, dat deze orkanen het meest woeden, heeft men vele nasporingen gedaan en gemeend op te merken, dat de West-Indische orkanen het meeste plaats hebben in Augustus, September en October, en zeldzaam in Junij en Julij. De orkaan-tijd der *Indische zee*, bezuiden de linie, is van December tot April, zeldzaam in Mei of November en zeer zelden in de overige maanden van het jaar. De meeste tyfoens hebben plaats van Junij tot November; de oostelijke grens van de tyfoens schijnt op omstreeks $144\frac{1}{2}°$ ooster lengte gelegen te zijn.

§ 334. Het hier aangevoerde, betrekkelijk de winden en orkanen over den aardbol, is slechts als eene enkele aanstipping van een groot

(1) Volgens PIDDINGTON, *The Sailor's Horn-book*, 1848, schijnt *Tyfoen* of *Tyfoon*, in het Chineesch *wind uit alle streken* te beteekenen, volgens anderen beteekent het eenvoudig *groote wind*.

en belangrijk onderwerp, de natuurkunde der zeeën, aan te merken. Wenscht de zeeman zijne roeping met talent te vervullen en op de hoogte te geraken van zijn verheven vak, zoo moet hij die natuurkunde steeds in alle zeeën des aardbols onderzoeken en nagaan, en zoo doende ook trachten het zijne toe te brengen tot eene kennis, even schoon als belangrijk en nuttig in hare toepassing. Tot een bepaald onderzoek zijn in deze aan te bevelen de werken van REID, THOM, PIDDINGTON, BECHER, GRAEFE, enz., over de orkanen, waarvan eenige, bij den Heer STEMLER vertaald zijn uitgegeven, door onzen landgenoot kapitein VAN DELDEN. De pogingen en werken van MAURY, zijne wind-, stroom- en koerslijn-kaarten, zijn onuitputtelijke bronnen in deze onderzoeking. De *Board of trade* in *Londen* heeft ook al reeds windkaarten uitgegeven, die nog door andere opgevolgd zullen worden. Ook een werkje van Dr. F. W. C. KRECKE, *Handboek der algemeene Natuurkundige Aardrijkskunde*, met kaarten, verdient almede aanprijzing in deze studiën; even zoo de werken van C. P. DE KERHALLET, getiteld *Considérations Générales sur l'Océan Atlantique, L'Océan Indiën, etc.* Maar bovenal bevat het werk van MAURY, *Natuurkundige Beschrijving der Zeeën*, vertaald door den Luitenant ter zee M. H. JANSEN, een schat van waarnemingen, opmerkingen en mededeelingen, die voor een kundig zeevarende in het bijzonder, maar ook voor elk, die de wetenschappen lief heeft in het algemeen, van de hoogste waarde zullen zijn.

De Wolken.

§ 335. De waterdampen, in het luchtruim aanwezig, worden bij afkoeling in groote massa's door ons gezien, en dan *wolken* geheeten. Zij bevinden zich op verschillende afstanden der aarde; daalt eene wolk tot op de oppervlakte der aarde, zoo noemt men dit *nevel* of *mist*. Somtijds zweven zij op weinige honderde ellen boven de oppervlakte der aarde door de lucht, en steken de toppen der torens en bergen boven die wolken uit. Sommige wolkjes zijn slechts klein van omvang of grootte, en bevatten naar hunne schaduwen, die zij bij zonneschijn op de aarde doen ontstaan, niet meer dan eenige ellen inhoud, anderen daarentegen zijn voor ons onafmetelijk groot.

Het wolkenstelsel is voor vele zeelieden een geheel, waaruit zij vele meteorologische of weerkundige verschijnselen als met een voorspellend oog kunnen opmaken. De benamingen van *bewolkt*, *wolkdrijvend*, *betrokken*, enz., tot heden aan de wolken-verzameling gegeven, zijn goed, doch bij de tegenwoordige vordering der en uitbreiding in de zee-meteorologische waarnemingen, wenscht men dat bewolkt en wolkdrijvend iets nader en over het algemeen iets meer bepaald te zien, en heeft men getracht, die door juistere benamingen meer eigenaardig te onderscheiden. In 1802 heeft LUKE HOWARD deswege voorstellen gedaan, die meer en meer algemeen zijn aangenomen. Zijne benamingen voor de hoofdvormen der wolken zijn: 1°. *Cirrus*, *veder-* of *haarwolk*; 2°. *Cumulus*, *stapelwolk*; 3°. *Stratus*, *uitgestrekte wolk*, en 4°. *Nimbus*, *regenwolk*.

Deze benamingen zijn kort, en met de gedaante der wolken eenigzins overeenstemmend, en dus gemakkelijk te onthouden, en door vereeniging of zamenvoeging dezer woorden ook vatbaar, om soms meer zamengestelde wolken-verzamelingen te onderscheiden.

De *Cirrus* is eene soort van fijne ligte wolkjes, die zich hoog en ver in het luchtruim aan den blaauwen hemel vormen, en zich als ligte haarlokken of veren, soms aan de uiteinden wat omgekromd doen onderscheiden. Zij zouden ook *veder-* of *haarwolkjes* genoemd kunnen worden.

De *Cumulus* is *opeengehoopte*, *opeengestapelde wolk*, die als kogelvormige massa's door en onder elkanderen drijven, en veelal aan de onderzijde eenig donker aanzien hebben.

De *Stratus* is eene *uitgespreide* meer of min uitgestrekte donkere wolk, wier midden een zeker groot vlak en soms gestreept geheel beslaat, en regts en links in lange en regte breede strooken eenigzins puntig uitloopt.

De *Nimbus* of *regenwolk* is eene donkere meer of min zwarte wolk, die zich door eene opeengehoopte zwarte wolken-massa doet onderkennen; veelal van boven kogelvormig, is zij in hare grenzen naar beneden veelal vlak, of strekt zich die gelijke donkere massa tot aan den horizon uit; zij geeft veelal *regen*, en vandaar hare benaming van *Nimbus* of *regenwolk*.

Zijn er in het luchtruim verschillende dezer hoofdsoorten aanwezig, en worden, bijv., de *cirrus* en *cumulus* als vereenigd, zoo dragen zij den naam van *cirro-cumulus*, haar-stapelwolken, door sommige ook *schapen-wolkjes* geheeten. Even zoo heeft men *cumulo-stratus*, de stapelschietwolk of stapel- langwolken, de *cirro-stratus*, de haar- langwolk, die aan de zijden somtijds als in haar-krullen of omgekrulde vederen eindigen.

Bij het aanteekenen in het journaal van deze wolken-vormen, kan men de genoemde latijnsche benamingen eenige bekortingen doen ondergaan, en voor *cirrus*, *ci;* voor *cumulus*, *cum.* of *cu;* voor *stratus*, *str.;* *cirr.-stratus*, *ci. str.;* *cirro-cumulus*, *ci. cu.*, voor *nimbus*, *nim.*, enz., schrijven. Verder zoude men nog voor *horizon*, *ho.*, of voor *kim*, *k.* en voor *betrokken*, *b.* kunnen schrijven. Is de bovenlucht met eene andere soort van wolken bezet dan de benedenlucht, zoo kan de benaming der eerste boven die der andere geschreven worden, en bij eenen merkbaren luchtstroom ook de rigting der verplaatsing daarachter opgegeven worden. Bijv. $\frac{\textit{ci.}\ \text{N. N. O.}}{\textit{cu.}\ \text{Z. W.}}$ *ho. bet.*, duidt aan, dat de bovenlucht met *cirrus* bezet is en eene N. N. O. drift ondervindt, de benedenlucht *cumulus* wolken heeft, die door eenen Z. W. wind voortgedreven worden, en de horizon betrokken is. Wil men aanduiden, dat de wolken-vormen zich slechts tot een gedeelte van het luchtruim bepalen, zoo zoude men de streek van den horizon *vóór* de wolken benaming kunnen plaatsen, als N. W. *ni.* aanduidende, dat er in het N. W. eene *nimbus* of regenwolk gevonden wordt.

DERDE AFDEELING.

De groote Stroomen der zee.

§ 336. Werpt men een' blik op eene stroom-kaart des aardbols, zoo als door BERGHAUS, JOHNSTON, DE KERHALLET, MAURY, FINDLAY en andere zijn ontworpen, zoo ziet men daarop, dat de groote zeeën, als de *Atlantische Oceaan*, de *Indische-* en *Stille Zuidzee*, door stroomen worden doorsneden. Deze stroomen doorkruisen als groote zee-rivieren de gezegde groote zeeën van onzen aardbol, en overtreffen in kracht, uitgebreidheid, en in sommige gedeelten ook in de sterkte van strooming, verre de grootste rivieren, op het land. » Die oceaan-stroomingen, welke een' zoo belangrijken invloed op de betrekkingen der natiën en op de klimatische verhoudingen der kusten uitoefenen," zegt HUMBOLDT (¹), » hangen bijna gelijktijdig van eene menigte zeer verschillende, deels groote, deels schijnbaar kleine oorzaken af. Daartoe behooren: het om de aarde rondwentelende verschijnsel der getijden van eb en vloed; de duur en de sterkte der heerschende winden; de door warmte en zoutgehalte, op verschillende breedten en diepten gewijzigde digtheid en soortelijke zwaarte der waterdeeltjes; de van het oosten naar het westen achtervolgens plaats grijpende en tusschen de keerkringen zoo regelmatige, aan de uren van den dag verbondene veranderingen van de drukking der lucht. De zee-stroomingen loopen dan vooral in het oog, wanneer men lange strepen met drijvend zeewier ziet bewegen, welke het bepalen van de snelheid der stroomingen gemakkelijk maken. De algemeene beweging der zeeën tusschen de keerkringen van het oosten naar het westen, *omwentelingsstroom* genoemd, kan ook de groote aardbols *west-* of *equatoriaal-stroom* worden geheeten, en wordt als een gevolg van het voortbewegende vloedgetij en van de passaatwinden beschouwd. Hij verandert zijne rigting door den wederstand, dien hij aan de voor hem liggende oostelijke kusten der vaste landen ontmoet." Deze stroomingen brengen warm water naar hoogere of koud water naar lagere breedten (²), en stellen op die wijze een vervoermiddel daar, dat de verstafgelegene gewesten als vereenigt. Eene algemeene strekking en beweging der zee om en nabij de linie, vooral in den *Atlantischen Oceaan* en de *Stille Zuidzee* is de hoofdstroom des aardbols van het oosten naar het westen.

§ 337. De natuurkundigen onderscheiden de groote zee-stroomingen in *zee-drift* en *zee-stroomen*. Door *zee-drift* verstaat men eene algemeene beweging van de zee, die zich voornamelijk tot hare oppervlakte bepaalt, en die niet dan zeldzaam tot eene aanmerkelijke diepte in het water doordringt. Drift-stroom of *drift-current*, zoo als de Engelsche geleerde RENNEL dit noemde, is veelal langzaam in zijne beweging, gaat zeldzaam sneller voort dan $\frac{1}{8}$ mijl in het uur, en wordt, om die weinige kracht en diepte, ook gemakkelijk door land of uitgestrekte banken, in rigting veranderd of vernietigd.

(¹) *Kosmos*, vertaald door BEIMA, I dl, bl. 318. (²) Idem, b. 319.

De eigenlijke stroomen (*stream-currents*) zijn in uitgestrektheid, kracht en snelheid aanmerkelijk van drift onderscheiden, en het zijn deze, die bij uitnemendheid de groote zee-stroomen daarstellen, die sedert eeuwen als in beperkte of als in afgebaande wegen soms met de grootste kracht voortgaan, en zich als wereldstroomen door de groote zeeën om de aarde bewegen.

Stroomen in den Atlantischen Oceaan.

§ 338. *De groote equatoriaal-stroom* in den *Atlantischen Oceaan* neemt, nabij de kust van *Congo*, op west-*Afrika*, of welligt iets zuidelijker, eene meer bepaalde rigting aan; omstreeks 0° lengte bereikt hij den equator, en breidt zich vervolgens onder de linie aanmerkelijk in grootte uit. Op 25 à 30° W. lengte spreidt deze stroom zich nog meer in breedte uit, en als in drie takken voortgaande, valt de eene onder den naam van *Brazilië-stroom* langs de kust van *Brazilië* om de zuid; het tweede gedeelte vervolgt zijnen weg langs de noordkust van *Brazilië*, en eindelijk gaat de derde tak van den *equatoriaal-stroom* N. westwaarts op.

De midden tak van dezen stroom, langs de kust van *Guyana*, vervolgt zijnen weg door de *Antillen* en valt tusschen *Cuba* en den vasten wal van *Amerika* in de *Golf van Mexico*, wendt zich aldaar eerst N. en dan oostwaarts langs de kust, om vervolgens met vernieuwde kracht langs de kusten van *Florida*, als een der grootste en belangrijkste stroomen, onder den naam van *Golf-stroom*, andermaal den *Atlantischen Oceaan* te doorloopen. Bij kaap *Hatteras* buigt de golfstroom zich N. O., breidt zich uit, en neemt in breedte toe. Op omstreeks 36 à 38° W. lengte deelt hij zich in eene zuidelijke, oostelijke en N. oostelijke tak. De oostelijke stroom schijnt langs de noordkust van *Spanje* in de Golf van *Gascogne* of bogt van *Frankrijk* te vallen, om van daar langs het zuiden van *Ierland* weder westwaarts voortgaande zich als *Rennels-stroom* op 24 à 25° W. lengte in den oceaan te verliezen.

De Golfstroom doorloopt van het begin tot de *Azorische* of *Vlaamsche eilanden* ruim 700 geographische mijlen. De snelheid van dezen stroom is zeer onderscheiden, zoo wel in betrekking tot de plaats, als de tijden van het jaar. Bij *Bemini*, of west van de *Bahama*, is die stroom op het smalst, en de snelheid aldaar 16 Duitsche mijlen in 24. In 1804 vond HUMBOLDT die snelheid op 26 en 27° breedte 20 mijlen. In de parallel van kaap *Canaveral* is die snelheid soms 40 D. mijlen. Vervolgens verbreedt de stroom en vermindert de snelheid, en op de hoogte der *Azores* is die niet meer dan $2\frac{1}{2}$ mijl in de 24°. Nabij *Florida* is de temperatuur van den stroom 86°, dat omstreeks 9° meer is dan die van het water van den oceaan buiten den stroom. Op 10° hoogere breedte is de temperatuur van den stroom 83 à 84°, of 2° meer dan van het omringende water. Op 63° W. lengte heeft de stroom in den zomer 81° en in den winter 67°, en aldus neemt de temperatuur van dezen stroom af, naar gelang zijne wateren zich van de golf van *Mexico* verwijderen. De kleur van dezen zoo merkwaardigen stroom, van zijnen oorsprong tot vele honderde mijlen ver, is donker indigo-blaauw, en de onderscheiding in deze met de groene kleur van den oceaan zeer goed merkbaar; zoo wel de temperatuur, als de kleur, is dus een kenmerk voor dezen stroom, en naarmate de zeeman zijnen weg in deze streken moet rigten, zal hij zich in of buiten dien stroom houden, te meer nog is dit van belang, als men in aanmerking neemt, dat eene soort van drift of tegenstroom buiten den golfstroom heerscht, die vooral onder en nabij de kust zich als zoodanig doet kennen, en is de strekking van den stroom van *Bermuda* naar *Bahama*, buiten den golfstroom, juist een tegenstroom, of de stroom aldaar W. Z. W. tot Z. W.

De *Afrikaansche-Guinea-stroom* schijnt als een vervolg van den Golfstroom, en wel als eene voortzetting van den zoo evengenoemden tak, om de zuid, te moeten worden beschouwd. Van 38 à 39° N. br., loopt die stroom als onder den meridiaan van 22 à 23° W. zuidwaarts tot op 10° N. breedte, buigt van daar om de oost, en gaat in de oostelijke rigting voort, om zich nabij kaap *Lopez* in de bogt van *Biafra* te verliezen. Op 8 à 9° W. lengte en ruim 1° N. br., bieden deze stroom en de equatoriaal-stroom het hoogst belangrijke verschijnsel aan, dat twee groote oceaan-stroomen elkander in zee schier rakelings voorbij gaan; de eene zich met kracht om de oost en de andere zich met niet mindere snelheid om de west bewegende. Omstreeks de *Kaap-Verdische* eilanden is de temperatuur van den *Guinea*-stroom 8° lager, dan die van het omringende water; volgens den uitmuntenden waarnemer, den Heer SABINE, is de temperatuur in het midden van den stroom, in de bogt van *Guinea*, 84° en neemt zij naar de grenzen tot 83 en 82° af.

Een *Noordpool-stroom* doet zich voornamelijk langs de oostkust van *Groenland* opmerken, en deze stroom of drift strekt zich zuidwaarts tot den golfstroom uit.

De *Zuid-Atlantische stroom* is, als een vervolg van den *Braziliëstroom*, aan te merken. Op omstreeks 26 à 28° Z. breedte, begint zich deze stroom Z. Z O. en vervolgens oostwaarts te buigen, en doorloopt daarna om de oost den ganschen zuidelijken oceaan. Ofschoon deze stroom gelegen is in een gedeelte van den *Zuid-Atlantischen oceaan*, dat door zoo vele schepen doorsneden wordt, die den steven wenden van *Rio Janeiro* bezuiden de kaap langs naar de *Indische zee*, zoo is echter niet veel van dien stroom bekend, en evenwel zoude eene goede kennis van de rigting en de grenzen van dien stroom veel kunnen toebrengen tot bekorting van gezegden weg; de meeste schepen schijnen dien oversteek van *Amerika* naar de *Indische zee* niet genoegzaam zuidelijk te nemen. Langs de zuidzijde van het rif van *Agulhas* of zuid *Afrika* beweegt zich van om de oost een stroom naar het westen, die, zich om gezegde kaap buigende, langs de westzijde van *Afrika* N. N. W. voortgaat, en aan welken den naam van *Zuid-Afrikaanschen Oceaanstroom* is toegekend.

§ 339. Twee belangrijke rivieren, namelijk de *Zilver-* of *Platarivier* en de *Amazone* werpen met kracht hunne wateren in den oceaan en vormen daarin stroomen nabij de kust, die zich op eenigen afstand voor de mondingen dier rivieren doen gevoelen, en voorzeker zal ook het uitstroomende water der *Mississippi* niet weinig het zijne toebrengen tot versterking van den *Golfstroom*.

§ 340. Tusschen de opgenoemde stroomen van den *Noorder Atlantischen oceaan* vindt men in die zee eene algemeene drift, die men den drift-stroom van den N. oost passaat kan noemen, en even zoo is in de zee, tusschen den Equatoriaal-, den Zuid-Afrikaanschen oceaan- en den Zuid Atlantischen oceaan-stroom, de algemeene driftstroom van den Z. oost passaat.

Stroomen in de Indische Zee.

§ 341. In deze zee schijnt de equatoriaal-stroom in haar noordelijk gedeelte door de oostelijke eilanden des *Indischen Archipels* beperkt te worden, en is hij aldaar tusschen 13° — 23° Z. breedte bepaald. Op omstreeks 70° O. lengte deelt hij zich in twee takken, waarvan de een om de W.N.W. om het noorden van *Madagascar* en de andere om de zuidzijde van dit eiland voortgaat. Beide die takken vereenigen zich met eenen anderen stroom, de *Mozambiek-stroom*, die langs de oostkust van *Afrika* om de zuid gaat, en zich verder om de west wendende, gaat hij welligt bezuiden de kaap, op ruim 40° Z. breedte, om de oost, waar hij zich vereenigt met den kaap-*Hoorn-stroom*, die het zuiderdeel van den *Atlantischen Oceaan* doorloopt, en keert zoo doende als westelijke stroom om de oost terug. Tusschen de O. kust van *Afrika* en het eiland *Madagascar* vindt men den genoemden *Mozambiek*-stroom; hij beweegt zich met ongelijke snelheid op eenigen afstand van genoemd eiland om de zuid, en wel met eene gemiddelde snelheid van 4 tot 7 mijlen in de 24u, die echter, volgens HORSBURGH (*India Directory*), soms tot 35 mijlen in het etmaal toeneemt. Onder de kust van *Madagascar*, beoosten den *Mozambiek-stroom* is een tegenstroom, die volgens de strekking der kust noord en noordoost trekt.

De stroomen in de golf van *Bengalen* worden grootendeels geregeerd door de moesons. Gedurende den zuidwest moeson vindt men aldaar eenen noordelijken stroom, die, in Februarij beginnende, langs de kust van *Coromandel* voortvloeit en tot April en Mei met den moeson in kracht toeneemt, vervolgens weder afneemt, en tegen het laatst van October eene zuidelijke rigting aanneemt. In het midden van de baai van *Bengalen* zijn de stroomen zwak. Tusschen de kust van *Coromandel* en de *Nicobar*-eilanden, tot aan den ingang van straat *Malacca*, loopt de stroom zuidwest. In de golf van *Perzië* en de *Roode zee*, als ook op de oostkust van *Afrika* en de kust van *Perzië*, worden de stroomen geheel door de winden geregeerd.

De stroomen in de *Moluksche zee*, als ook die nabij *Timor* en de *Arafura zee* of die tusschen *Timor-Laut*, *Nieuw-Guinea* en *Nieuw-Holland*, schijnen meer of min bestendig te zijn, met uitzondering van het gedeelte tusschen *Timor* en *Port Essington*, bij den west moeson, als wanneer aldaar eenige strooming om de oost schijnt plaats te hebben.

Beoosten *Van Diemensland* en *Nieuw-Holland*, heeft men, volgens sommige berigten, op ½ mijl van den wal eenen stroom, die zich N. N. O. langs de *Bass-straat* van *Zuid-Diemensland* af tot 32° Z. br. uitstrekt, namelijk in den zomer; in den winter zoude die stroom, die hoogstens 10 à 12 mijlen breed zoude zijn, om de Z. Z. W. loopen.

Stroomen in de stille Zuidzee.

§ 342. Ook hier is de equatoriaal-stroom in alle zijne grootheid een der voornaamste stroomen, dien men in deze zoo uitgestrekte zee aantreft, en schijnt hij zich tot op 23 à 24° breedte aan wederzijde van den equator uit te strekken. Zijne kracht, grenzen en verdere bijzonderheden, zullen latere waarnemingen ons meer bepaald moeten doen kennen.

Volgens JOHNSTON's kaart van de *Stille Zuidzee*, (¹) bevindt zich tusschen 5 en 10° N. breedte en 115° en 145° W. lengte, een stroom, dien hij den *Noord equatoriaal-tegen-stroom* heeft genoemd en die dit merkwaardige heeft, dat hij in den westelijken equatoriaal-stroom eenen oostelijken tegen-stroom daarstelt, waarvan het bestaan door de waarnemingen van vele wetenschappelijke zeelieden buiten allen twijfel is gesteld.

In *Torres* straat schijnt de stroom over het algemeen om de west te loopen. In de *Carolina-groep* is de stroom afhankelijk van den moeson. Noordelijk heeft men weder den equatoriaal-stroom, die als om *Loe choe* buigende tusschen dat eiland en *Formosa* doorgaande, verder langs de oostkust van *Japan* O. N. O. voortgaat.

§ 343. Wij eindigen dit algemeen en kort overzigt der wereldstroomen met de opmerking voor den zeeman, dat eene juiste kennis van de stroomen in zijne vaarwaters eene hoogst belangrijke zaak voor hem is. Is men in deze niet genoegzaam op de hoogte, zoo onderneme men op de groote zeeën geenen togt, voor dat men deswege alle nasporingen in het werk heeft gesteld, die mogelijk waren. Elk zeeman beschouwe het ook als een pligt voor zich zelven, in dit gedeelte voor de zeevaartkunde zoo veel mogelijk waarnemingen te doen, om vervolgens door de mededeeling zijner ervaring ook andere in de toekomst daarin ten nutte te zijn, en in vele opzigten onze nog zoo onvolledige kennis te verbeteren en uit te breiden.

(¹) *Physical Atlas, Hydrology*, N°. 3.

NEGENDE BOEK.

OVER EENIGE WERKTUIGEN BIJ DE ZEEVAARTKUNDE IN GEBRUIK.

EERSTE AFDEELING.

De log en het loggen.

§ 344. De onmiddellijke vaart van een in zee zeilend schip te meten is eene niet gemakkelijke zaak; het algemeene denkbeeld, aangaande de meest gewone wijze, daaromtrent in gebruik, bestaat hierin: men werpt eenig drijvend ligchaam over boord, en bepaalt vervolgens hoeveel voeten, vademen of ellen men zich in een klein tijdsverloop van dit in het water geworpene ligchaam verwijdert. Uit die verwijdering of gezeilde verheid, in dit kleine tijdsverloop, besluit men dan, hoeveel verheid men zal afleggen in 1ᵘ, 4ᵘ, of in welken tijd ook.

§ 345. Het werktuig, tot het meten der vaart in gebruik, wordt *log* en de verrigting der meting daarmede, *loggen* genoemd. Dit werktuig bestaat uit een plankje en eene daaraan vastgemaakte lijn, die op eene rol gewonden kan worden. Het plankje, *logplankje* geheeten, heeft de gedaante van eenen Sector (§ 43), waarvan men den boog van 50° tot 60° en de radius omstreeks 1,5 palm neemt.

Het logplankje is met eenen hanepoot aan eene lijn, *loglijn* genoemd, vast; van onderen is het plankje met eenig lood verzwaard, waardoor het regtstandig in het water kan blijven staan; de hoeveelheid lood moet juist zoo groot zijn, dat het plankje, vermeerderd met een gedeelte der lijn, tot nabij de bovenpunt in het water zinkt. Zoodra nu het plankje zich in het water bevindt, zal het, door de minste trekking aan de lijn, zich regtstandig achter het schip in het water plaatsen; intusschen zal de lijn, door het voortzeilen van het vaartuig, van de rol loopen, waarop die lijn aan boord is opgewonden, en het plankje in zee achter het schip blijven stilstaan. Men heeft alsdan slechts op te merken, in hoeveel tijd een zeker bepaald gedeelte lijn van de logrol afloopt of wordt afgezeild, om daardoor vervolgens de vaart voor 4ᵘ te vinden. Het is voor dezen tijd of 4ᵘ, dat de Nederlandsche zeelieden steeds hunne vaart berekenen of bepalen, en die bij elke opgave van vaart stilzwijgend aangenomen moet worden; verder rekenen onze zeelieden die vaart altijd in *Geographische* of *Duitsche mijlen*, waarvan er 15 op 1° vervat zijn (§ 122). De grootte van zulk eene mijl is 1966 R. roeden of 7407,4 el. Als men nu het logplankje slechts 30ˢ in het water laat, moet er 49,2 R. voet of

15,43 el van de lijn uitloopen, zal men kunnen rekenen, dat er 1 mijl in de 4^u gezeild wordt, want:

$$4^u : 30' = 1966\ R.\ roeden : x\ roeden;$$
$$\text{komt } x = 4{,}1 \text{ R. R. of } 4{,}1 \times 12 = 49{,}2 \text{ R. voet.}$$
$$\text{En } 4^u : 30^s = 7407{,}4\ el : x\ ellen;$$
$$\text{komt } x = 15{,}43 \text{ el.}$$

Loopt nu het schip in den tijd van 30^s, *twee*, *drie* of meer malen dien afstand van 49,2 voet of 15,43 el, zoo is het duidelijk, dat het schip twee, drie of meer mijlen in 4^u zal afleggen. Ten einde nu steeds die afstanden onmiddellijk op de lijn zelve te kunnen bepalen, worden er in de lijn bij de eerste 49,2 voet of 15,43 el een dun lijntje met *één* knoopje, bij den *tweeden* afstand, van de genoemde grootte, een lijntje met *twee* knoopjes, bij den *derden* afstand een met *drie* knoopjes, enz., vastgemaakt; deze knoopjes dienen nu, om, gemakkelijk, of zelfs op het gevoel, de uitgeloopene afstanden te kunnen bepalen. Om het plankje goed regtstandig in zee te doen blijven, en het van de werking van het zog van het schip te ontslaan, laat men, eer dat men de telling der genoemde afstanden begint, tusschen het plankje en het begin der eerste mijl, een gedeelte der loglijn vrij, welk gedeelte der lijn men gemeenlijk *Vóórlooper* noemt, en die veelal gelijk of somtijds ook iets kleiner dan de lengte van het schip genomen wordt.

Wordt er nu in 30^s tijds één, twee, enz., afstanden van 49,2 voet afgezeild, zoo geeft dit te kennen, dat men bij het loggen die vaart loopt, dat dan tegen 4^u gerekend, juist één, twee, enz., mijlen vaart aanduidt. Die afstanden of mijlen zijn, zoo als wij reeds opmerkten, op de loglijn door lijntjes, met knoopen gemerkt, afgedeeld; van daar, dat men dan ook dikwerf zegt, dat de vaart eenig getal knoopen bedraagt, waarbij men dan aan de gewone mijlen moet denken. Om ook halve mijlen te kunnen bepalen, worden de knoops afstanden op de loglijn veelal nog door dunnere lijntjes en knoopjes midden door gedeeld.

§ 346. In plaats van horologies bezigt men bij het loggen veelal kleine *zandloopers*, *logglaasjes* genoemd, die óf met zand, fijn gestampte zink óf met eenige andere stoffen gevuld zijn, en die door het uitloopen den genoemden tijd van 30^s meer of min naauwkeurig aangeven. Deze logglaasjes moeten van tijd tot tijd met een uurwerk vergeleken worden; ook dient men wel te onderzoeken of zij, dat echter slechts zeldzaam gebeurt, wel over beide zijden even lang loopen of den gezetten tijd aanduiden.

§ 347. Eer men eene lijn tot eene loglijn inrigt en de vóórlooper, benevens de genoemde afstanden voor heele en halve mijlen, daarop afdeelt, moet men de lijn goed doen rekken, en zoo veel mogelijk van alle veerkracht trachten te berooven, en vooral ook dikwerf de afstanden op nieuw nameten. Eene zoogenoemde halfsletene lijn zal hier wel het best aan het oogmerk voldoen, en bij gebruik de minste verandering ondergaan. Ook dient men de lijn, goed nat gemaakt, dikwerf na te meten, en zoodoende te onderzoeken of de knoops afstanden de juiste grootten behouden.

§ 348. Om nu zoo veel mogelijk met naauwkeurigheid te loggen, dienen er twee of drie personen te zijn, waarvan de eerste de logrol heeft, de tweede de loglijn beheert, en de derde het logglaasje houdt. De tweede persoon steekt, wanneer men zal loggen, het pennetje van een der lijntjes van den hanepoot in het logplankje, dat hij vervolgens van achteren aan lij van het schip over boord werpt, tevens wel zorgende, dat de loglijn dadelijk genoegzaam loos heeft; zoodra nu het einde van den vóórlooper of het begin der gemetene afstanden door zijne hand over boord gaat, waarschuwt hij den derden persoon met te zeggen: *Keer!* Deze keert daarop het glaasje, en deze laat de loglijn, gestadig toevierende, door de hand gaan, tot dat hij, die het logglaasje heeft, met een' roep van *Vast* of *Stop* het oogenblik te kennen geeft, dat het glaasje ledig is, als wanneer de lijn wordt vastgehouden, en men met een rukje, zoo dit niet onmiddellijk bij het vasthouden der loglijn van zelve is geschied, eenen der takken van den hanepoot loshaalt; vervolgens telt men de knoopjes, en bepaalt daardoor hoeveel mijlen er in de 30^s zijn uitgeloopen, daarna wordt de uitgeloopene lijn weder op de logrol opgewonden.

Indien het schip eene buitengewoon snelle vaart heeft, bezigt men dikwerf logglaasjes van 15^s; daar deze echter alsdan de helft zijn van de gewone logglaasjes, zoo moet men elken knoop of afstand ook tweevoudig nemen, of voor elken afstand of knoop twee mijlen rekenen, als namelijk, dat wij hier veronderstellen, de loglijn voor eenen tijd van 30^s is verdeeld.

Naarmate de vaart van een schip verandert, moet men ook loggen; hoe dikwerf dit nu moet plaats hebben, is niet te bepalen, daar dit geheel afhangt van de meerdere of mindere veranderlijkheid der vaart; in het algemeen dient men telkens te loggen, als de vaart eenige verandering ondergaat.

Is gedurende de geheele wacht of acht glazen (§ 152) de koers dezelfde gebleven, zoo neemt men bij den koers slechts een rekenkundig midden uit al de gelogde verheden, dat alsdan met den koers als de in de wacht gezeilde verheid wordt aangenomen.

1e *Voorb.* Stel, dat men heeft gelogd, als:

in het 1e	glas	6	mijlen	en	aangelegen		Z.Z.W.
2	»	$6\frac{1}{2}$	»	»	»		»
3	»	6	»	»	»		»
4	»	$5\frac{1}{4}$	»	»	»		»
5	»	4	»	»	»		»
6	»	$4\frac{1}{2}$	»	»	»		»
7	»	4	»	»	»		»
8	»	3	»	»	»		»

dan is de som $= 39\frac{1}{4}$ en deze
gedeeld door 8)———
geeft 4,906 of nagenoeg 5 mijlen als verheid.

Men heeft derhalve: *de koers in de wacht was* Z. Z. W. *en de gemiddelde verheid* 5 *mijlen.*

2e *Voorb.* Laat in eene wacht vier malen gelogd zijn, zoo heeft men:

1e	gezeild	Z. O. t. Z.	en	8	mijlen gelogd
2	»	»		7	» »
3	»	»		8	» »
4	»	»		9	» »
				32	
			4)	8.	

Dus de *koers* Z. O. t. Z. *en de gemiddelde verheid gelijk* 8 *mijlen.*

Heeft men gedurende de wacht eenige verschillende koersen moeten zeilen, zoo worden deze, volgens Tafel VII, gekoppeld (§ 154) ([1]) en van de algemeene verheid weder een midden genomen.

3e *Voorb.* Stel, men heeft gezeild:

					N.	W.
In het 1e glas	N. N. W.	5	M.	of 20′	18′,5	7′,7
2 »	N. W. t N.	4	}	» 36	29,9	20,0
3 »	N. W. t. N.	5	}			
4 »	N. N. W.	5		» 20	18,5	7,7
5 »	N. W.	$5\frac{1}{2}$	}	» 47	33,2	33,2
6 »	N. W.	$6\frac{1}{4}$	}			
7 »	N. t. W.	7		» 28	27,5	5,5
8 »	N. t. W. $\frac{1}{2}$ W.	8		» 32	30,6	9,3
					158′,2	83′,4.

158,2 | 83,4 | 0,527, als getal; dit geeft $2\frac{1}{2}$ streek voor den koers of N. N. W. $\frac{1}{2}$ W.

Op $2\frac{1}{2}$ streek geeft 158′,2 als verheid 179′

8) ——
22′,4 = 5,6 M.

Men heeft dus: *de koers in de wacht is* N. N. W. $\frac{1}{2}$ W. *en de verheid* 5,6 *mijl.*

§ 349. Het is, zoo als bereids is opgemerkt, zeer noodig, dat men de logglaasjes en lijn van tijd tot tijd naziet, en zich overtuigt, dat het glaasje en de lijn, de laatste nat gemaakt zijnde, de behoorlijke maat behouden.

Treft men nu een logglaasje aan, dat te lang of te kort loopt, zoo dient men dit te verwerpen, of de knoops afstanden, naar den tijd van het logglaasje te veranderen of in te rigten. Veronderstel, dat het glaasje G seconden loopt, zoo moeten de knoops afstanden x voeten zijn, en men heeft dus:

$$4^{s} : G^{s} = 1966 \text{ R. } \textit{roeden} : x;$$

$$\text{dus } x = \frac{G^{s} \times 1966 \text{ R. R.}}{4^{s}}$$

$$\text{of } x \text{ R. voeten} = \frac{G^{s} \times 1966 \times 12}{4 \times 60 \times 60} \quad . . . (1).$$

([1]) Zie ook *Verzameling van Tafelen*, bl. 24, het eerste geval.

Heeft men evenwel, volgens dat glaasje, dat G sec^n. loopt, eenige verheid van M mijlen gelogd, zoo kan men die schijnbare vaart door de volgende evenredigheid tot de ware herleiden:

$$G^{s} : 30^{s} = M : x;$$

$$\text{komt } x = \frac{30 \times M}{G} \quad . . . (2).$$

Is eene vaart van M mijlen, volgens een goed logglaasje, bepaald door eene lijn, die niet juist verdeeld is, zoo heeft men, den afstand der knoopen A stellende, en de gezochte juiste vaart x noemende:

$$49{,}2 : A \textit{ voeten} = M : x;$$

$$\text{komt } x = \frac{A \times M}{49{,}2} \quad . . . . . . (3).$$

Eindelijk zijn glaasje en lijn niet naar behooren, zoo heeft men:

1°. Voor de verbeterde verheid voor het glaasje de formule:

$$\frac{30 \times M}{G}, \text{ uit N°. 2, en}$$

2°. De juiste vaart weder x stellende, heeft men eindelijk volgens N°. 3:

$$49{,}2 : A = \frac{30 \times M}{G} : x$$

$$\text{komt } x = \frac{A \times 30 \times M}{49{,}2 \times G} \quad . . . . (4).$$

Deze vier formulen geven ons elk een' regel, waardoor steeds de juiste vaart zal bekend worden, die men volgens een glaasje van 30^{s} en eenen knoops afstand van 49 of 49,2 R. voet zoude hebben verkregen. N°. 1 vooral is merkwaardig en doet die afstanden voor elk glaasje, dat in G seconden leeg loopt, kennen.

§ 350. Op het oogenblik, dat het merkje van den voorlooper, veelal een lapje, over boord gaat, dient ook de houder van het logglaasje, dat werktuigje te keeren, en moet ook tevens de zandlooper beginnen te loopen. Daar dit nu niet wel mogelijk is, en hoe snel men ook bij het woord *keer* dat glaasje keert, eer het begint te loopen, is het begin der knoopen reeds ver over boord; het logglaasje is dus, als het ware, hierdoor iets te groot. Gemeenlijk rekent men voor dit keeren 2 seconden, en stelt dus de logglaasjes zoo veel kleiner, dat is, men bezigt veelal logglaasjes van 28 tot 29 seconden, die men dan voor 30^{s} in de bepaling der afstanden aanneemt, en voor een glaasje van 15^{s} neemt men daarom gemeenlijk een glaasje van 14 seconden. ([1])

([1]) Wij onthouden ons hier van de beschrijving van nog andere soorten van werktuigen, die men tot het loggen heeft willen dienstig maken. Tot nog toe hebben zij even min, als het gissen buiten boord, eenig belangrijk voordeel aangebragt. Over de log van BOUGUER en vele andere dergelijke werktuigen kan men nazien A. MACKAY'S *complete navigator or Guide of navigation*, p. 9 etc.

TWEEDE AFDEELING.

De Magneet, het Kompas en het vinden der Miswijzing, enz.

§ 351. Het kompas, waarvan wij reeds vroeger (§ 122) gewag maakten, heeft zijne rigtende eigenschap te danken aan de *magneetkracht*, die in de zeevaart eene zeer groote en heilrijke toepassing vindt, en deze is, als het ware, de ziel van het kompas, en dit de gedurige en getrouwe geleider van den zeeman. (¹)

§ 352. Stelt men een staafje ijzer, bijv., van 3 à $3\frac{1}{2}$ palm lang, zoodanig, dat het zich ongehinderd of vrij kan bewegen, zoo zal dit op eene plaats zich steeds nagenoeg in dezelfde rigting plaatsen; stel, dat men gezegd staafje aan eenen ongetwernden zijden draad van twee à drie ellen lang, in een kastje ter afsluiting van luchtstroomen, ophangt, zoo zal dit, na eenige slingeringen zich altijd in dezelfde rigting stellen. Deze verschijnselen bij het ijzer zijn toe te kennen aan het magnetismus, en dat, hetwelk hier in ons gestelde staafje werkt, wordt *opgewekt magnetismus* of *magnetismus bij inductie* geheeten. In de ijzer-mijnen wordt eene soort van ijzer-erts gevonden, waarin deze kracht in eene verhoogde mate aanwezig is; zoodanige ijzer-erts wordt *natuurlijke magneet* genoemd, en de genoemde kracht heet *bestendig* of *permanent-magnetismus*. Gehard staal kan door wrijving of door eenigen tijd met eenen magneet in aanraking te zijn geweest, tot eenen bestendigen magneet gebragt worden en wordt alsdan *kunstmagneet* genoemd.

§ 353. Nemen wij aan, dat NZ, fig. 1, pl. III, een natuurlijke of kunstmagneet, of ook zelfs een gewoon staafje week ijzer zij; als men dit op eene punt plaatst, of aan eenen ongetwernden zijden draad hangt, zoo zal het staafje, na eenige slingeringen, in eene rigting blijven staan, die steeds voor dezelfde plaats met zeer kleine slingeringen dezelfde zal zijn; die rigting komt op vele plaatsen meer of min met die van den meridiaan of het noorden en zuiden overeen. Het gedeelte N. van ons gestelde staafje, dat naar het noorden is gekeerd wordt *noordpool*, en dat naar het zuiden *zuidpool van den magneet* geheeten. De lijn, die men midden door de naald van N tot Z kan denken, heet *magnetische as*, de lijn, welke men regthoekig door het midden van het staafje kan stellen, is de *magnetische middellijn*, en de rigting, waarin zich de naald bestendig op eene plaats stelt, is de *magnetische meridiaan* van die plaats. De eigenschap, dat zich dit staafje of deze naald in ééne bepaalde rigting plaatst, noemt men *polariteit*. In gewone ijzeren naalden is de opgewekte polariteit zeer zwak, in die met permanente polariteit voorzien is die werking aan-

(¹) Hetgeen wij in dit leerboek betrekkelijk den magneet, het kompas en den magnetischen-localen-invloed mededeelen, zal slechts kort zijn; wij verwijzen voor verdere uitbreiding en meer uitvoerige mededeelingen tot onze *Verhandelingen en Berigten*, Jaargang 1854; waar men, op bl. 17 en 76, twee Verhandelingen, eene van den Heer H. HUYGENS en eene van ons, zal vinden, over dit voor den zeeman zoo hoogst belangrijke onderwerp.

merkelijk en kan zij eene zeer belangrijke wrijving van de naald op de pen overwinnen. Dit is de reden, dat men in de kompassen zich alleen van permanente magneten bedient, en wel bepaaldelijk van kunstmagneten.

§ 354. Brengt men bij een magneetstaafje, of, zoo als het bij de kompassen genoemd wordt, *magneetnaald*, eene andere dergelijke naald, zoo dat beide zich vrij kunnen bewegen, zoo zal de noordpool van de eene de noordpool van de andere afstooten, en even zoo de zuidpolen zich van elkander verwijderen; als daarentegen de noordpool van de eene bij de zuidpool van de andere wordt gebragt, zullen de polen zich onderling aantrekken. Dit drukt men in het algemeen uit door te zeggen: *de gelijknamige polen der magneten stooten elkander af, en de ongelijknamige polen trekken elkander aan.*

§ 355. Hetzelfde heeft plaats, als men een stuk ijzer behoorlijk gesteld bij eene kompas- of magneetnaald brengt: het ijzer werkt, bij inductie gemagnetiseerd, als een magneet op de naald; is de zuidpool van het ijzer nabij de noordpool van de kompasnaald, zoo wordt de noordpool meer of min aangetrokken; is integendeel de noordpool van het ijzer digt bij de noordpool van de gezegde kompasnaald, zoo zal er eene afstooting van de noordpool van het kompas plaats hebben. Op gelijke wijze geredeneerd over het ijzer bij de zuidpool van het kompas, zal men eene afstooting of aantrekking, of een' bepaalden invloed ontdekken. Hieruit volgt nu de voor de scheepvaart zoo belangrijke waarheid: *het ijzer aan boord der schepen werkt als opgewekte magneten op de magneetnaalden der kompassen; hetgeen de locale magnetische werking op de kompassen genoemd wordt. De grootte van dien invloed hangt af van de hoeveelheid ijzer, van den stand, dien het heeft tot de naald en van de plaats op de aarde, waar men zich bevindt.* Voor verdere bijzonderheden in deze verwijzen wij naar de Verhandelingen van den Heer HUYGENS en van mij, reeds in de noot van § 351 genoemd.

§ 356. De kunstmagneten hebben boven de natuurlijke magneten vooruit, dat men hun die gedaante kan geven, die men het doelmatigst acht. De meeste kunstmagneten bestaan uit een, twee, drie of meer tot een gebragte regte of gebogene stalen staven, en ten einde de kracht van den magneet meer bepaald zamen te brengen of te vereenigen, worden zij somtijds in week ijzer gevat, waaraan zich dan aan de uiteinden de polen van den magneet vertoonen, welk ijzer met koperen banden om den magneet wordt vastgehouden. Deze omkleedsels, waardoor eenige magneetstaven bijeen worden gehouden, worden het *monteersel* genoemd; aan de polen voegt men steeds een stuk week ijzer, *pool-* of *sluit-stuk* geheeten, waaraan men eenige zwaarte kan hangen; bij het niet gebruiken van den magneet doet men dit sluit-stuk steeds tegen de polen verblijven. De kunstmagneten kunnen, zoo als gezegd is, naar verkiezing zamengesteld worden. Fig. 3 stelt eenen dergelijken magneet voor, die uit één of onderscheidene gebogene staven bestaat en *hoefmagneet* of *kram* genoemd wordt. Bij N is een kerfje of de letter N, te kennen gevende, dat zich aldaar de noordpool van dien magneet bevindt, terwijl Z de zuidpool aanduidt; A is de drager of het sluit-stuk. Fig. 1 is eene magneetstaaf, waarvan de letter N of het kerfje aldaar weder de noord- en Z de zuidpool te kennen geeft.

§ 357. Onder de kompasrozen, die het voornaamste deel der kompassen uitmaken, plaatst men, zelfs nog in dezen tijd, magneetstaafjes of *magneetnaalden* van zeer onderscheidene gedaanten; in Fig. 4 hebben wij er eenige afgebeeld. Een der drie eerste A, B of C zouden wij de voorkeur geven; deze zijn het regelmatigste, kunnen het gemakkelijkst vervaardigd worden, en geven dus al dadelijk de meeste hoop op eene, in dit geval zoo noodige, doorgaande gelijkvormigheid; want is eene naald ongelijkvormig van gedaante, zoo kan dit niet wel anders dan eene afwijking van de magnetische as van het midden der naald (§ 353) ten gevolge hebben. Sommige kompasmakers harden slechts de punten of uiterste deelen der staafjes; terwijl weder anderen, zoo als dit behoort, de geheele naald hard maken.

§ 358. Het is voor den zeeman van belang, dat hij zijne kompasnaalden of staafjes zelf kan aanstrijken of polariseren; te dien einde is het zeer aan te raden, dat elk schip bij zijne uitrusting ook voorzien is van eenen magneet, om daardoor de kompasnaalden, zoo dit noodig is, op nieuw te kunnen bekrachtigen. Heeft men eenen natuurlijken of kunstmagneet, zoo neemt men de naald of staaf in het midden tusschen vinger en duim, en brengt dat gedeelte der naald, waarin men de noordpool verlangt te hebben, aan de zuidpool des magneets, en haalt vervolgens de naald eenige malen langs de zuidpool van den magneet af; daarna draait men de staaf om, en nu brengt men de andere helft der staaf of naald aan de noordpool, en haalt de staaf ook even zoo vele malen langs die pool af. Heeft men eene enkele kram, die voor den zeeman genoegzaam zal zijn, en wil men nu eene staaf of kompasnaald daarmede bekrachtigen, met bepaling, dat men bij het streepje op de staaf, fig. 1, eene noordpool wil verkrijgen, zoo stelt men, nadat men het sluitstuk A heeft weggenomen, den voet der kram, waar zich de zuidpool Z bevindt, op het midden der naald, en strijkt, de noordpool der kram steeds van de staaf houdende, met de zuidpool in eens tot het einde der staaf, waar men de noordpool wil hebben; de kram wordt dan van de naald verwijderd en de strijking weder op gelijke wijze hervat; even zoo handelt men met de N. pool der kram op het andere einde der naald, en na tien of twaalf herhaalde strijkingen zal de naald genoegzaam gepolariseerd zijn. Bij elke aanstrijking zorge men steeds, de ongelijknamige polen op elkander te zetten, en op de naald geene terugstrijking te doen.

Men kan de naalden ook polariseren, of die tot eene hooge magneetkracht brengen door twee magneetstaven of magneetbundels. Stel, dat NZ, fig. 5, eene kompasnaald zij, die men bij N met noord- en dus bij Z met zuidpolariteit wil voorzien, zoo plaatse men de twee gezegde magneetstaven A en B met ongelijke of, zoo als dit ook genoemd wordt, bevriende polen op het midden der naald, de noordpool N van de eene staaf op die zijde der naald, waar men eene zuidpool verlangt, en even zoo de zuidpool Z van de andere staaf, daar, waar men de noordpool der naald begeert te hebben; vervolgens

doet men de beide staven onder eene helling van 25 tot 30° te gelijk over het oppervlak der naald gaan, de eene naar N en de andere naar Z, zoodat zij op hetzelfde oogenblik aan de uiteinden der naald komen, vervolgens worden de staven opgeligt, weder op het midden der naald gebragt en de beschrevene strijking 10 à 12 malen herhaald. Deze bewerking, door DUHAMEL gevolgd, wordt de enkele strijking genoemd; op elk deel der naald NZ wordt door slechts eene pool der staven A en B gestreken. De bewerking van ÆPINUS, of *de dubbele strijking*, geschiedt aldus: op eene staaf of naald NZ, fig. 6, plaatst men even als voren, met eene helling van 15 of 20°, de twee kunstmagneten A en B, doch die men nu, door een klein stukje G van hout of koper, van elkander gescheiden houdt; vervolgens strijkt men de beide staven, door het stukje G als tot een verbonden, te gelijk of te zamen, naar een der einden, bijv., naar N; vervolgens, zonder opligting der staven, weder terug tot Z, en van daar weder tot het midden der naald, waarna men dezelfde strijking hervat, steeds zorgende de bestrijking niet te eindigen, voor dat men weder in het midden der naald of staaf NZ gekomen is. Plaatst men de staaf NZ, die men wil polariseren, bij N en Z op twee ongelijknamige polen van twee andere magneten, en verrigt men alsdan de beschrevene dubbele aanstrijking, zoo zal men de staaf of naald NZ spoedig eene hooge polariteit doen erlangen. Ook zoude men de staven A en B in eenigen houten of koperen toestel kunnen plaatsen; hierdoor zouden zij dan steeds gelijken stand behouden, en behoefde men geene vrees te hebben, om ongelijk gepolariseerde naalden daar te stellen.

§ 359. In vroegeren tijd deed men de rozen met hunne naalden in water of spiritus drijven, waarin zij dan eene vrije horizontale beweging hadden, om welke reden men nog heden dikwerf de draaijende beweging der roos op de pen *drijven* noemt.

Worden nu eenige naalden met of zonder rozen op pennen geplaatst, zoo zullen deze zich allen in dezelfde rigting plaatsen, welke rigting men den magnetischen meridiaan noemt Deze algemeene en gewone uitdrukking vereischt eene nadere toelichting; zij is eerst dan volkomen waar, als de noord- en zuidpool van eene magneetstaaf zich met het rust- of steunpunt, waarop de naald draait, in ééne lijn bevinden, of als de polen of de magnetische as juist in de middellijn (§ 353) der naald gelegen zijn. Bevinden zich deze met het centrum der naald in dezelfde rigting, zoo plaatst zich die naald na eenige slingeringen in de rigting van den magnetischen meridiaan; maakt men echter gebruik van eene magneetstaaf, waarvan de polen niet met het rustpunt in ééne lijn zijn gelegen, zoo zullen ook de polen dezer naald zich wel in de rigting van den magnetischen meridiaan stellen, maar het midden der naald zal iets afwijken, en dat midden de juiste rigting van den magnetischen meridiaan niet aantoonen, maar eenen hoek met dien meridiaan maken. Het is mitsdien van veel belang, dat de polen of de magnetische as der naalden zich juist in het midden van de naald of staaf bevinden, en eerst dan, als de naald dit vereischte bezit, kan men het midden der naald met het midden der roos doen overeenstemmen; wordt echter eene naald onder eene roos geplaatst, die hieraan niet voldoet, en doet men het midden van deze naald met de N. en Z. streek der roos overeenkomen, zoo kan deze roos op de gewone wijze niet het magnetische noorden en zuiden, en dus ook evenmin de verdere streken van den horizon met juistheid aanwijzen.

Om te onderzoeken of het midden van eene naald met den magnetischen meridiaan overeenkomt, of, dat de naald goed onder de roos geplaatst is, draait men, als de roos, die men onderzoeken wil, volkomen in rust is, den kompasketel zoo lang om, tot dat eenig bepaald punt of lijntje in den ketel juist met het midden of met eenig bepaald merk der naald overeenstemt; vervolgens keert men de roos met de naald om, dat is, men brengt, door omschroeving van den dop, de onderzijde der naald boven, en ziet of het genoemde merk der naald weder juist komt bij het gemelde punt of lijntje: heeft dit plaats, zoo is de naald goed onder de roos geplaatst; valt dit merk echter iets ter regter of linker zijde, zoo is de helft dier afwijking gelijk aan de afwijking, die het genoemde midden der naald van den magnetischen meridiaan heeft. Ontdekt men, dat er bij eenige rozen eene zoodanige eigene miswijzing bestaat, zoo moet men deze bij de aanwijzing of het gebruik van die roos in rekening brengen, of de naald onder de roos zoodanig verleggen, dat het N. en Z. der roos juist overeenstemt met de magnetische as der naald.

Declinatie.

§ 360. Plaatst men eene magneetnaald *n z*, Fig. 7, met of zonder roos op eenig punt *m*, zoo dat deze zich daarop vrijelijk kan bewegen, zoo zal die naald na eenige slingeringen zich in de rigting *n' z'*, *n z* of *n'' z''* plaatsen; die rigting is bij goede naalden en voor dezelfde plaats en tijd steeds nagenoeg gelijk; zij wordt, zoo als gezegd is, de *magnetische meridiaan* genoemd. Als wij nu aannemen, dat NZ de rigting van den *waren meridiaan* of het noorden en zuiden is, zoo kan men, eene magneetnaald in *m* in deze stellende, aannemen, dat die naald na eenige slingeringen of *in* of *buiten* die rigting NZ in rust komt.

Als nu de naald op eenige plaats zich juist in den meridiaan stelt, zoo als bij *n z*, zoo zegt men, dat het kompas aldaar geene *miswijzing* heeft; plaatst het noordpunt *n'*, der naald *n' z'*, zich regts van den meridiaan, zoo heeft men op die plaats *noordoostering* of *oostelijke afwijking;* daarentegen stelt *n'' z''*, waar de noordpool *n''* zich links of aan de westzijde bevindt, eene *westelijke afwijking* of *noordwestering* voor.

De hoeken *n' m'* N, en *n'' m''* N zijn de hoeken van afwijking met den waren meridiaan, of, zoo als de zeelieden zeggen, zij zijn *de miswijzing of de declinatie van het kompas. Deze declinatie of afwijking is op onderscheidene plaatsen der aarde zeer verschillend in grootte;* verder moeten wij ten deze nog doen opmerken: *ten eerste*, dat de naald, behoorlijk gesteld zijnde, zelden in rust blijft, de hoek van afwijking is steeds vergrootend of verkleinend, dat is, de naald heeft eene soort van periodieke beweging, die in het etmaal wordt volbragt. De noordpool der magneetnaald wijkt, na den opgang der zon, iets westelijker, even als of zij dat hemelligchaam iets ontweek; tusschen 12 en 3^u, omstreeks 1^u, na den middag, heeft zij hare grootste afwijking, en keert dan terug tot haren vorigen stand, dien zij omstreeks 11 of 12^u

'snachts bereikt. Deze dagelijksche afwijking is zeer onderscheiden; zij is in den zomer grooter dan in den winter, en er heeft somtijds in één etmaal van 5 tot 30 en meer minuten verandering plaats. In meer noordelijke landen van *Europa* is de dagelijksche verandering meer aanmerkelijk. Naar de linie verkleint de dagelijksche verandering in de miswijzing, tot dat zij welligt eindelijk geheel ophoudt, en op meer zuidelijke breedte weder op nieuw begint en zeer verschillend toeneemt en verandert. Het noorderlicht heeft op deze slingeringen van de magneetnaald eenen grooten invloed, of, als dit licht zich aan den hemel vertoont, zijn de slingeringen der naald buitengewoon groot en onregelmatig, en dikwerf slingert de naald reeds aanmerkelijk als het noorderlicht nog niet kan worden waargenomen, of zich soms in volle kracht in ver afgelegene poolstreken ontwikkelt. Zoodanige buitengewone magnetische werking wordt *magnetische storm* genoemd. Het *tweede*, dat wij betrekkelijk de afwijking willen doen opmerken, is, dat zij, buiten deze dagelijksche periodieke veranderingen, op de meeste plaatsen eene gestadige vermeerdering of vermindering ondergaat; zoo dat de afwijking of declinatie eindelijk zelfs van naam verandert; zoo had men, bijv., te *Parijs*:

In 1580	als afwijking	11° 30'	N. oostering	
1618	» »	8.	» »	
1663	was de afwijking	*nul*		
1678	» » »	1° 30'	N. westering	
1819	» » »	22. 39	» »	
1835	» » »	22. 4	» »	enz.

In *Londen* was de gemiddelde afwijking:

1576	gelijk aan	11° 15'	N. oostering	
1622	» »	6. 0	» »	
1657	» »	*nul.*		
1683	» »	4° 30'	N. westering	
1820	» »	24. 35	» »	
1854	» »	21. 56. 3''	» »	(in December)
en 1855	» »	21. 45. 54	» »	(in December).

§ 361. De Heer BARLOW heeft in 1833 twee kaarten uitgegeven, die, door daarop getrokkene *lijnen van gelijke miswijzing*, deze van graad tot graad in al de zeeën van den aardbol doen kennen. Men onderscheidt op deze kaarten onder andere twee lijnen van *nul-miswijzing;* de eerste loopt van 21° tot 22° westerlengte van *Greenwich* door den zuider *Atlantischen oceaan* naar *Bahia* in *Brazilië;* van daar zich noordwaarts uitstrekkende loopt zij langs de *West-Indiën* over *Washington* door de *Hudsons* baai noord op en welligt naar de magnetische noordpool, door Kapt. ROSS in 1832 ontdekt. De tweede lijn, zonder miswijzing, loopt door 128½° O. lengte noordwaarts op door het midden van *Nieuw-Holland*, strekt zich dan van *van Sittarts* baai nagenoeg westelijk tot op de lengte van 20° oost uit, kromt zich vervolgens noordelijk tot iets benoorden *Bombay*, waar zij zich weder oostelijk buigt, en zich vervolgens over *Japan* en de oostkust van *Azië* noordwaarts begeeft. De Heer EDWARD SABINE heeft in 1840 twee kaarten uitgegeven, bevattende de miswijzing in den *Noorder* en *Zuider Oceaan*; naar de laatste bronnen te zamengesteld, verdienen zij alle aanbeveling en vertrouwen. Uit waarnemingen blijkt, dat *Europa* en gansch *Afrika* westelijke afwijking, en *Amerika* grootendeels oostelijke afwijking hebben. De lijn van nul-afwijking gaat bezuiden het eiland *Java* oostwaarts op over het *Sandelhout*-eiland; op *Java* is de afwijking $\frac{1}{2}$ tot $\frac{3}{4}$ graad N. oostering. In de *Java zee* neemt zij toe tot 1°. (1) De lijnen van gelijke declinatie hebben overigens verschillende vormen en rigtingen. In de *Stille Zuidzee* zijn zij eenigzins cirkelvormig; noordelijk en zuidelijk liggen zij met krommingen meer O. en W., en in den *Atlantischen Oceaan*, noordelijk en zuidelijk. Moeijelijk zoude het zijn, te dien aanzien eenige bepalingen te maken. Somtijds verandert de declinatie weinig met de breedte, zoo als, bijv., in den *zuider Atlantischen Oceaan*, terwijl in andere streken de declinatie weder weinig met de lengte, maar veel met de breedte verandert, zoo als omstreeks de oostkust van *Nieuw-Zeeland*, enz. (2)

Naarmate de breedte toeneemt, worden, in het algemeen, ook de magnetische verschijnselen meer belangrijk en merkwaardig. Zoo vond, onder anderen PARRY in 1819, den 3n September, op de W. kust van *Davids straat* 91° 29′ N. westering, den 22n Aug., op het strand bij kaap *Riley*, 128° 58′ N. westering en den 28n Aug, op de Z. O. punt van *Byam Martins eiland*, 165° 50′ N. oostering. Deze vergrooting van afwijking met de breedte moet echter niet het besluit ten gevolge hebben, dat men op hooge breedte geene lijnen zonder afwijking vindt, dat tegen de waarnemingen en de zoo even opgegevene rigting dier lijnen zoude strijden. Uit het aangevoerde is mede genoegzaam blijkbaar, dat de miswijzing in sommige streken der aarde in de rigting van het oosten of westen verandert, of in die rigting grooter of kleiner wordt, dat daarentegen die verandering weder elders noord- of zuidwaarts is; waaruit dan volgt, dat de lengte, zoo als wel eens is voorgesteld, niet door de grootte der miswijzing te bepalen is.

Inclinatie.

§ 362. Even zoo min als eene naald zich op slechts weinige plaatsen juist in het meridiaan-vlak plaatst, even zoo min zal eene magneetnaald, die vóór hare polarisering juist horizontaal hing, ook na hare magnetisering nog in het horizontale vlak verblijven. Stel ZN, fig. 8, eene magneetnaald, die door eene as in haar midden bij B op twee steunsels rust; nemen wij nu aan, dat dit werktuig door stel-schroeven volkomen waterpas gesteld kan worden, zoo dat de lijn van B tot 90° zich loodregt en B 0° zich horizontaal bevindt, zoo zal eene naald ZN, van eene gelijke afmeting zijnde, zoo lang zij niet gepolariseerd is, zich in de rigting van B 0° of het horizontale vlak stellen en daarin blijven. Wordt nu, B 0° steeds waterpas zijnde, het werktuig met

(1) *Magnetic Survey of the eastern Archipelago*; by Capt. C. M. ELLIOT. Philosophical Transactions, p. 1, 1851.

(2) Deze opgaven van de lijn van nul-miswijzing enz., zijn grootendeels naar de genoemde kaart van BARLOW, en zal dus bij de veroudering dier kaart, bij latere waarnemingen eenige wijzigingen moeten ondergaan. (1856)

B 0° in de rigting van den magnetischen meridiaan gesteld en de naald op de gewone wijze gemagnetiseerd, en vervolgens op hare steunsels in B geplaatst, *zoo zal op noorder magnetische breedte de noordpool der naald en op zuider magnetische breedte* (§ 363) *de zuidpool om laag gaan: de hoek* 0° B N *duidt die duiking aan, en wordt inclinatie der magneetnaald genoemd.* Deze is even als de declinatie op onderscheidene plaatsen zeer onderscheiden, en ook tevens aan eene dagelijksche periodieke, alsmede op den duur aan eene algemeene verandering onderworpen.

§ 363. Doet men eene lijn gaan door die punten der aarde, waar de inclinatie nul is, zoo verkrijgt men eene onregelmatige kromme lijn, die zich niet meer dan 15 of 16° van de linie verwijdert: zij draagt den naam van *magnetischen Equator;* men heeft bevonden, dat deze kromme lijn de linie op omstreeks 6 en 177° ooster lengte doorsnijdt. Benoorden den magnetischen Equator gaat de N. pool der naald omlaag, terwijl bezuiden dien equator de zuidpool beneden het waterpas-vlak daalt. In het eerste geval, bij het nederdalen der noordpool, geeft men dikwerf aan de inclinatie het teeken + en bij zuider inclinatie alsdan het teeken — of men noemt deze *noorder* of *zuider inclinatie*. De punten, waar de linie en de magnetische equator elkander snijden, noemt men de *magnetische knoopen*, en de afstand, dien eene plaats van den magnetischen equator heeft, wordt *magnetische breedte* van de plaats genoemd.

Intensiteit.

§ 364. Het *vermogen*, de *kracht*, of de *intensiteit* van eenen magneet is op alle plaatsen der aarde niet even groot, en vele waarnemingen hebben doen blijken, dat zijne kracht of intensiteit op verschillende punten van den aardbol zeer onderscheiden is. Om de kracht van twee magneten te bepalen, stelt men deze achtervolgens bij eene naald, die, zoo veel mogelijk, eene vrije horizontale of verticale beweging heeft, telkens op gelijke afstanden en in gelijke rigting ten aanzien van de gezegde naald, en brengt vervolgens de naald buiten de rigting van haren gewonen stand, bijv., tot dat zij zich regthoekig op die rigting bevindt; alsdan los gelaten, zal de naald een meer of min groot aantal slingeringen maken, eer dat zij zich weder in rust bevindt. Het getal slingeringen van twee magneten, in gelijke tijden verrigt, tot de tweede magt verheven, geeft nu de betrekkelijke krachten dezer magneten te kennen. Op gelijke wijze bepaalt men de intensiteit voor twee plaatsen. Doet, bijv., eene naald, vrij van alle toevallige werking van magneet of ijzer in hare nabijheid, op twee plaatsen in *a* seconden tijds, op de eerste plaats, bijv., 50 en op de andere 60 slingeringen, zoo zal de magnetische intensiteit van de eerste tot de tweede plaats zijn, als $(50)^2 : (60)^2 = 2500 : 3600$ of gelijk 25 tot 36.

§ 365. Ter voorziening in onmiddellijke behoefte heeft de zeeman vooral noodig zich tot het vinden der declinatie (§ 368) te bepalen. Wil hij echter het voorbeeld volgen van uitmuntende zeelieden van dezen tijd, en daardoor het zijne toebrengen tot uitbreiding der zoo gewigtige leer van het magnetismus, dan moet hij, zoo dikwerf hij gelegenheid heeft, op den vasten wal waarnemingen doen, en zoo hem dit door het bezit van werktuigen mogelijk is, zich ook tevens onledig houden met het bepalen der inclinatie en intensiteit der magneetnaald in de verschillende gedeelten der aarde, die hij in de gelegenheid is te bezoeken.

§ 366. Om de *inclinatie te vinden* heeft men een werktuig, dat men *inclinatorium* of *inclinatie-kompas* noemt, en waarvan wij het beginsel in § 362 hebben verklaard; deze soort van werktuigen bestaat voornamelijk uit een heel of half cirkelvlak, fig. 8, in graden en onderdeelen verdeeld; in het midden kan dit werktuig om eene as B 90°, ronddraaijen, waardoor het gemelde cirkelvlak, op elke plaats, in de rigting van den magnetischen meridiaan gesteld kan worden. In het middelpunt van den verdeelden cirkel bevindt zich bij B een hard steunsel, waarop de naald, die zich alleen in het verticale vlak kan bewegen, om eene, in haar midden zijnde, as ronddraait. Als nu het werktuig behoorlijk geplaatst is, wordt met omzigtigheid de inclinatienaald gesteld, en deze zal dan, na eenige slingeringen, zoo de plaats niet in den magnetischen equator (§ 363) gelegen is, tegenover een der deelen of graden blijven staan; stel, dat dit plaats heeft bij de 70°, op den verdeelden rand, zoo is dan, in dat geval, de duiking of inclinatie der naald 70°. Wil men echter met eenige meerdere naauwkeurigheid de inclinatie bepalen, zoo stelt men: 1°., na dat het werktuig goed waterpas en in den magnetischen meridiaan gesteld is, de naald op hare plaats, en neemt, na het ophouden der slingeringen, waar, bij welke graden de naald blijft stilstaan, stel bij 68° 30', 2°. keert men de naald met de as om, en neemt men weder de duiking waar; veronderstellen wij nu, dat dit geeft 72°. 3°. Men polariseert nu de naald op nieuw, en wel op die wijze, dat men de noordpool dáár brengt, waar, bij de twee eerste waarnemingen, de zuidpool was, of met andere woorden, men keert door polarisatie de polen om, en herhaalt de twee eerste waarnemingen; veronderstellen wij, dat dit ons de twee volgende uitkomsten geeft, als 69° 30', en 71° 45', zoo heeft men, het midden uit deze vier getallen nemende: 70° 26' 15" voor de N. inclinatie.

§ 367. Reeds gewaagden wij van de kaarten, waarop men lijnen heeft getrokken van gelijke declinatie; op gelijke wijze heeft men ook kaarten, op welke door lijnen de plaatsen der aarde worden aangeduid, waar de inclinatie en intensiteit gelijk zijn, en die dus ook de grootte dier magnetische verschijnselen over de aarde doen kennen. Dergelijke kaarten worden voor de declinatie, *isogonische* —, voor de inclinatie, *isoclinische* —, en voor de intensiteit, *isodynamische-kaarten* geheeten. Die kaarten zijn voor de groote zeevaart niet onbelangrijk, en hare voortdurende verbetering aan allen, die daartoe lust en gelegenheid hebben, zeer aanbevolen.

De Declinatie te vinden.

§ 368. De declinatie, miswijzing, of afwijking van het kompas te berekenen is gemakkelijk; door een peil- of azimuth-kompas bepaalt men de streek, waar eenig hemelligchaam opkomt, of zich daarna bevindt, en hierdoor wordt dan volgens het kompas het amplitude of

azimuth van het hemelligchaam gevonden; wij zullen dit het *waargenomene* of het *magnetische amplitude* of *magnetische azimuth* noemen. Vervolgens berekent men, volgens §§ 188 en 192, het ware amplitude of azimuth, en het verschil dezer bogen is nu de miswijzing van het kompas. Om dit verschil te bepalen *telt men de beide amplituden of Azimuths van één punt, bijv., van het zuiden door het westen, den geheelen omtrek rond, en de miswijzing van het kompas is dan gelijk aan het verschil van het magnetische en ware amplitude of azimuth: is het magnetische grooter dan het ware, zoo heeft men noordwestering en daarentegen noordoostering, als het kleiner is.*

§ 369. Men kan het amplitude ook door Taf. X der *Verzameling* bepalen; deze Taf., als ook de berekening, geven ons het ware amplitude; dit amplitude is echter niet dat, hetwelk er wezentlijk plaats heeft op het oogenblik van het meten met het kompas, hetwelk men het *schijnbare amplitude* noemt, en dat alleen, met het amplitude door het kompas verkregen, mag vergeleken worden. Het ware amplitude wordt tot het schijnbare herleid door Tafel XA, of naar aanleiding van de verklaring van Tafel XA, onmiddellijk in den gewonen toppunts driehoek berekend. Wil men het ware amplitude en niet het schijnbare bezigen, zoo zal men, in dit soort van waarnemingen, tot eenen genoegzamen graad van naauwkeurigheid geraken, als men de zon eerst dan peilt, als zij ruim de grootte van hare halve middellijn boven den horizon verheven is.

§ 370. Om het amplitude van eenig hemelligchaam te berekenen, moet men zijne declinatie voor het oogenblik van opkomst of ondergang door den *Almanak* bepalen, en dus dat oogenblik vooraf kennen; dit zoude nu eenigzins door Tafel XI, door de declinatie van het hemelligchaam en de breedte, kunnen geschieden; dan, eensdeels kan men het amplitude niet met eenigen aanmerkelijken graad van naauwkeurigheid meten, en ten andere is de horizontale straalbuiging te onregelmatig, om eenige bepaalde zekerheid hierin te verwachten; van daar, dat wij in deze tot genoegzame naauwkeurigheid geraken, als wij de declinatie voor de zon uit Tafel LVII nemen, en deze alleen voor de lengte verbeteren.

1° *Voorb.* Den 24n Julij 1850 is men op 34° 10' N. breedte en 33° 12' W. lengte; men peilt de zon bij hare opkomst 19° 6' benoorden het oosten; *vrage* de miswijzing? *Antw.* De miswijzing is 5° 36' N. westering.

De ⊙s N. declinatie is den 24n Julij 1850 = 19° 55'
verbetering voor de lengte, Tafel LVII A, = — 1
⊙s declinatie N. = 19° 54'.

Cos. br. : *sin. declin.* = R. : *sin. amplitude* (§ 188),
log. sin. dec. = 9,5319635
» *cos. br.* = 9,9177194
9,6142441 *log. sin.* van 24° 18' ben. 't oosten,
verbetering uit Tafel XA . . . . + 0.24
en dus de zons schijnbare amplitude . . = 24° 42' » » .

Als nu beide de amplituden tot het zuiden zijn herleid, heeft men:
Berek. schijnbare amplitude = 245° 18′ door het westen van het zuiden:
gepeild of magnetische » = 250. 54 » » » » » »
dus de miswijzing . . . . . = 5° 36′ N. westering.

2e *Voorb.* Den 24n September 1849, op 26° 20′ N. breedte en 80° 10′ W. lengte, peilt men de zon bij haren ondergang 86° 20′, bewesten het zuiden; *vrage* de miswijzing? *Antw.* De miswijzing is 3° 16′ N. oostering.

Den 24n September ⊙s declinatie zuid = 0° 31′
verbetering voor de lengte = 5
dus de zons Z. declinatie = 0° 36′.

Cos. br. : *sin declin.* = R. : *sin. amplitude*,
log. sin. declin. = 8,0200207
» *cos. breedte* = 9,9524188
8,0676019 *log. sin.* van 0° 40′ bez. 't westen,
verbetering uit Tafel X A . . . . . . — 16
schijnbare amplitude . . . . = 0° 24′ » » » ,
of van het zuiden = 89° 36′
gepeilde amplitude = 86. 20
derhalve de miswijzing = 3° 16′ N. oostering.

3e *Voorb.* Men vindt op eenige tijden en plaatsen, op gelijke wijze als boven, voor berekende schijnbare amplituden en daarbij waargenomene amplituden, de hier na te noëmene; *vrage* voor elk de miswijzing van het kompas?

a Gepeilde amplitude	= 13° 30′	beoosten	het N.	en voor schijnbare amplitude	10° 20′	bew.	het	N.
b » »	= 22. 30	bewesten	» Z.	» » » »	7. 10	bez.	»	W.
c » »	= 18. 30	beoosten	» N.	» » » »	22. 52	bew.	»	N.
d » »	= 29. 0	bewesten	» N.	» » » »	20. 11	ben.	»	W.
e » »	= 83. 0	»	» N.	» » » »	3. 19	bew.	»	N.

Oplossing voor a:

De beide peilingen, tot het zuiden herleid, geven:
de peiling is 13° 30′ beoosten het N. of 193° 30′ van het zuiden
berekening . 10. 20 bewesten » N. » 169. 40 » » »
en dus de miswijzing = 23° 50′ noordwestering.

Op gelijke wijze vindt men $b = 60°$ 20′ N. oostering; $c = 41°$ 22′ N. westering; $d = 40°$ 49′ N. westering en $e = 79°$ 41′ N. oostering.

§ 371. De miswijzing kan met meer naauwkeurigheid op de volgende wijze door azimuths waarnemingen gevonden worden.

Voorb. Stel, men heeft, den 14n Februarij 1851, de hier na te noemen azimuths waarnemingen; de breedte is 36° 18′ Z., de lengte 38° 30′ W., naar gissing te 5u 30m 's morgens, en het oog 10,5 el boven het water verheven; *vrage* de miswijzing? *Antw.* De miswijzing is 3° 42′ N. oostering.

Azimuths.	⊙s Hoogten.
Z. 87° 15′ oost	11° 15′
87. 0 »	11. 52
86. 40 »	12. 44
86. 10 »	13. 17
85. 45 »	13. 50
432° 50′	62° 58′

5)
Z. 86° 34′ oost . . . . . . 12° 35′ 36″
verbetering Taf. XVI = 6. 21
⊙s ware hoogte = 12° 41′ 57″
en complement hoogte = 77. 18. 3.

Men vindt in den *Almanak* voor 1851:
Den 13n Febr. zons declin., te 0u = 13° 27′ 2″ Z.,
en verandering in 1u = — 50,6.
Den 14n te 5u 30m 's morg.
of » 13 » 17. 30
lengte-tijd = 2. 34
tijd te *G.* 20u 4m,
of den 13n te 20u,1.

⊙s declin., den 13n, te 0u = 13° 27′ 2″ Z.
verandering in 1u 50″,6; in 20,1 = — 16. 57
⊙s declinatie . . . . . = 13 10′ 5″ Z.
⊙s pools afstand . . . = 76. 49. 55.

Men heeft nu, om het azimuth of den hoek STP van den driehoek STP (§ 192) te berekenen: ST = 77° 18′, TP = 53° 42′ en SP = 76° 50′.

ST = 77° 18′ *log. cosec.* 0,0107573
TP = 53. 42 » » 0,0937036
PS = 76. 50
som = 207° 50′
½ som = 103. 55
½ som — ST = 26. 37 *log. sin.* 9,6512966
½ som — TP = 50. 13 » » 9,8856267
19,6413842
2)
9,8206921 *log. sin.* van 41° 26′
(2
dus het azimuth = 82° 52′ beo. het Z.

Worden nu beiden, zoo wel het berekende als gepeilde azimuth, even als bij de amplituden, tot het zuiden herleid, zoo heeft men:
Het berekende azimuth van het zuiden = 277° 8′
en het gepeilde » » » » = 273. 26
en mitsdien de miswijzing = 3° 42′ N. oostering.

§ 372. Noemt men den pools afstand van eenig hemelligchaam D, de hoogte H en de breedte *br.*, zoo kan, als men de genoemde termen bekend heeft, het azimuth gemakkelijk door de volgende formule berekend worden:

$$Cos.\ \tfrac{1}{2}\ Azimuth = \sqrt{\frac{cos.\ \tfrac{1}{2}(\mathrm{H} + \mathrm{br.} + \mathrm{D})\ cos.\left(\frac{\mathrm{H} + \mathrm{br.} + \mathrm{D}}{2} - \mathrm{D}\right)}{cos.\ \mathrm{H.}\ cos.\ \mathrm{br.}}}.\ (1)$$

Voorb. Stel, men heeft, op 25° 31′ N. breedte en 85° W. lengte, den 2n November 1852, omstreeks te 4u 15m na den middag, het oog 5,3 el hoog zijnde, voor ⊙s azimuth 58° 32′ bewesten het zuiden, en de ⊙s hoogte = 15° 37′; *vrage* de miswijzing van het kompas? *Antw.* De miswijzing is 5° 48′ N. oostering.

(1) Zie HOORWEG, *Gronden der Zeevaartkunde*, § 84.

Wij zullen voor dit en de volgende voorb^{n}. de declinatie naar Taf. LVII bepalen, en de ware hoogte, als in deze tot genoegzame naauwkeurigheid leidende, door Tafel XVI berekenen.

		$\odot$s Declin., den 2^{n} Nov. 1852, te 0^{u}	= 14° 54′
$\odot$s Hoogte	= 15° 37′	verbetering uit Taf. LVII B	= + 4
verbet. Tafel XVI	= 9	» voor den tijd	= + 3
$\odot$s ware hoogte	= 15° 46′.	$\odot$s Z. declinatie	= 15° 1′
		en pools afstand	= 105. 1.

$\odot$s Pools afstand	= 105° 1′		
» breedte	= 25. 31	*log. sec.*	= 0,0445720
» hoogte	= 15. 46	» »	= 0,0166551
som	= 146° 18′		
$\frac{1}{2}$ som	= 73. 9	» *cos.*	= 9,4621989
vers. $\frac{1}{2}$ s. en p. afst.	= 31. 52	» »	= 9,9290504
			19,4524764
		2)	9,7262382 *log. cos.* van 57° 50′
			(2
		Azimuth	= 115° 40′ bew. het N.

Berekend azimuth van het zuiden	= 64° 20′
gepeild » » » »	= 58. 32
en derhalve de miswijzing	= 5° 48′ N. oostering.

2^{e} *Voorb.* Stel, men heeft, op den 6^{n} Augustus 1853, op 18° 28′ Z. breedte en 5° 32′ W. lengte, naar gissing te $7^{u}44^{m}$'s morgens, voor het gepeilde zons azimuth 81° 40′ beoosten het noorden en de $\odot$s hoogte = 17° 49′, het oog 6,5 el; *vrage* de miswijzing? *Antw.* Het berekende azimuth is 115° 18′ beoosten het zuiden en de miswijzing 16° 58′ N. westering.

3^{e} *Voorb.* Den 21^{n} Mei 1853, op 52° 12′ N. breedte, na den middag aan boord, wees een tijdmeter $17^{u}56^{m}34^{s}$ na den middag van den 20^{n} Mei, *Greenwichs* tijd, en vond men voor $\odot$s azimuth 82° 58′ bew. het Z., $\odot$s hoogte = 23° 48′, het oog 11 voeten boven het water verheven en index-correctie = + 1′; *vrage* als voren? *Antw.* Het azimuth is 87° 36′ bewesten het N. en de miswijzing 9° 26′ N. oostering.

4^{e} *Voorb.* Stel, men is den 1^{n} September 1853 op 31° 20′ Z. breedte en de tijdmeter wijst aan, na den 31^{n} Augustus, $17^{u}48^{m}$ *G*'. tijd; men vindt $\odot$s hoogte = 15° 2′, het magnetische azimuth = N. 70° 6′ oost, het oog is 6 ellen verheven en de index-correctie = — 3′; *vrage* als voren? *Antw.* Het berekende azimuth is 109° 54′ beoosten het zuiden en de miswijzing van het kompas *nul*.

5^{e} *Voorb.* Den 8^{n} Maart 1851, op 12° 36′ Z. breedte, en 155° 20′ lengte O., te $6^{u}36^{m}$ namidd., $\odot$s gepeilde azimuth 79° 15′ bewesten het zuiden, $\odot$s H. = 9° 46′, het oog 4,7 el, index-correctie + 4′; *vrage* de miswijzing van het kompas? *Antw.* 7° 45′ N. oostering.

Het Kompas.

§ 373. Zonder kompas zoude de vaart over de zee, buiten het gezigt van land, eene schier onmogelijke zaak zijn. Het valt dus niet te ontkennen, dat voor de scheepvaart dit werktuig als zeer belangrijk, ja, als onmisbaar is aan te merken. Wie de gelukkige was, die het eerst op het denkbeeld kwam, om de zoo merkwaardige eigenschappen van den magneet zoo uitnemend weldadig toepasselijk te maken, of wie het kompas den zeeman als zijnen bestendigen geleider het eerst aanbood? zijn geschiedkundige vragen, die nog niet te beantwoorden zijn. Het is waar, men leest in vele werken, dat het kompas is uitgevonden door FLAVIO GIOIA, geboren te *Amalfi*. Bij een meer bepaald onderzoek schijnt zich dit echter niet te bevestigen, en die meening onjuist te zijn. In een klein doch hoogst belangrijk werkje, getiteld: *Lettre à M. le Baron* A. DE HUMBOLDT, *sur l'invention de la Boussole*, *par* M. J. KLAPROTH, Paris 1834, vindt men vele mededeelingen en opmerkingen, betrekkelijk dit voor de geschiedenis der zeevaartkunde niet onbelangrijk onderwerp, en, naar aanleiding van het deswege door KLAPROTH nagespoorde en medegedeelde, blijkt, dat de *Chinezen* reeds vóór vele eeuwen kennis hadden aan de eigenschappen van den magneet en zijne toepassing in het werktuig, kompas geheeten.

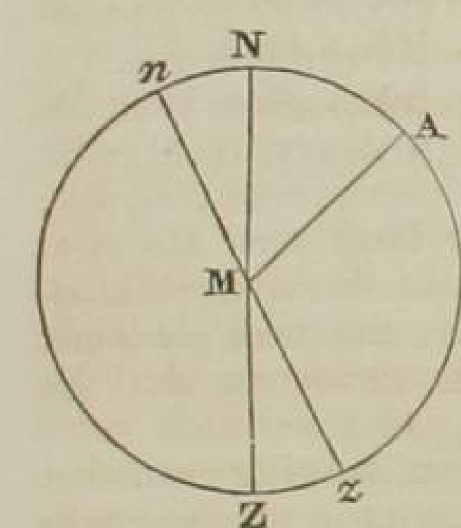
KLAPROTH ontkent dan ook, en zoo wij meenen met alle regt, dat het kompas in de 12^{e} eeuw is ontdekt door FLAVIO GIOIA, een zeeman, die in *Pasitano*, nabij *Amalfi*, in *Napels*, zoude zijn geboren. (1) Volgens hem hebben de Chinezen het kompas bereids gekend in het begin onzer jaartelling, en men leest, volgens KLAPROTH, over de vroegere kennis van het kompas, in het groote Chinesche woordenboek, *Chou wen* getiteld, dat van het jaar 121 onzer telling is: *Magneet,* » *naam van eenen steen, waarmede men de naalden eene rigting kan geven.*" (2) Deze uitdrukking is duidelijk genoeg en staaft, dat het kompas reeds vóór vele eeuwen, en lang vóór de 12^{e} eeuw, in *China* bekend was.

Ook de afwijking der magneetnaald, of de miswijzing van het kompas, welker ontdekking men gemeenlijk aan C. COLUMBUS, omstreeks 1492, toekent, is mede reeds vóór vele eeuwen in *China* opgemerkt en bekend geweest; men vindt daarvan bereids in de jaren 1111 à 1117 in Chinesche werken melding gemaakt. (3)

§ 374. Het kompas, waarvan de zeelieden zich thans bedienen, bestaat voornamelijk uit de navolgende deelen, als, in de eerste plaats, uit eene houten of koperen doos, *kompas ketel* of *kompas doos* genoemd, die met een glas gedekt, in het midden eene koperen of stalen pen heeft, waarop men de roos doet drijven. De roos is van onderen voorzien van een kunstmagneet-staafje, en de bovenzijde der roos bevat een cirkelvlak, waarop de 32 streken van den horizon (§ 119) gesteld zijn. Sommige rozen kunnen op de kompasnaald om het middelpunt of den dop gedraaid worden, andere hebben de naald vast tegen de roos bevestigd; de eerste soort van rozen noemt men *schuivende* en de tweede soort *vaste rozen*. Is men nu op eene plaats, waar de magneetnaald geene mis-

(1) *Lettre* voornoemd, pag. 133. (2) Idem, pag. 66. (3) Idem, pag. 68.

wijzing heeft, en draait men de staaf juist onder de noord- en zuidstreek van de kompas roos, zoo zal die roos, als zij gemakkelijk op de pen kan ronddraaijen, zich horizontaal plaatsen, en de noord- en zuidstreek van de roos zich juist noord en zuid rigten, en al de verdere streken van de roos zullen overigens overeenstemmen met hunne gelijknamige streken van den horizon; men kan dus naar deze roos, *kompas roos* genoemd, de streken van den horizon bepalen Is men op eene plaats, waar het kompas eenige miswijzing heeft, bijv., 22° N. westering, zoo draait men de noordpool der naald 22° aan de westzijde van het noorden der roos, en hierdoor komt dan de ware noordstreek van de roos 22° beoosten het magnetische noorden, en dus weder overeen met de noord- en zuidstreek van den horizon; had men oostelijke miswijzing, zoo zoude men de magneetstaaf onder de roos, zoo veel naar het oosten hebben moeten draaijen, als de miswijzing groot was. Deze verschuiving der naalden onder de rozen is gemakkelijk, en wordt dus hierdoor als het ware de miswijzing der kompas- of magneetnaalden op de kompas rozen zelve verbeterd. De zeelieden noemen dit *de kompassen op de miswijzing leggen, of de kompassen verleggen*, en verder een kompas, dat eene roos heeft, waaronder de magneetnaald naar de miswijzing is gelegd, een *regtwijzend kompas;* daarentegen heet een kompas, waarvan de naald niet is of niet kan verschoven worden, een *miswijzend kompas.*



§ 375. Om de herleidingen van peilingen of koersen van miswijzend tot regtwijzend, en omgekeerd, te bewerkstelligen, teekent men een cirkel N A Z N, voorstellende den horizon of de oppervlakte van eene kompas roos, N Z stelt voor den waren meridiaan of de noord- en zuidstreek van den horizon, $n\,z$ den magnetischen meridiaan, en de hoek n M N of boog n N duidt hier de grootte aan der miswijzing, en wel eene noordwestelijke miswijzing; heeft men noordoostering, zoo valt n aan de oostzijde van N en dus z aan de westzijde van Z. Nemen wij nu aan, dat M A de rigting van een' koers of van eene peiling voorstelt, zoo is de vraag: Stel, bekend de westelijke miswijzing $\angle n$MN of boog nN, als ook $\angle n$MA of boog nA de miswijzende koers; de grootte van den $\angle$ NMA of boog NA, den waren koers te bepalen? De figuur zegt ons duidelijk $\mathrm{NA} = n\mathrm{A} - n\mathrm{N}$, of de ware koers of peiling is gelijk aan den magnetischen of miswijzenden koers of de peiling min de westelijke afwijking. Had men N. oostering, zoo valt n aan de oostzijde, is nN kleiner dan de koers N A, zoo komt n tusschen N en A, en is NA in dat geval gelijk aan $\mathrm{N}n + n\mathrm{A}$. Stel, men heeft eene peiling uit de kaart, gelijk $\angle$NMA of gelijk N. O. t. O., het kompas heeft $2\frac{1}{2}$ streek N. westering; men vraagt welke is die peiling naar het miswijzend kompas? Onze figuur, die met deze vraag in overeenstemming is, zegt ons: die peiling is naar het magnetische noorden gelijk $\mathrm{NA} + n\mathrm{N}$ of gelijk $n\mathrm{A} =$ O. t. N. $\frac{1}{2}$ O. Veronderstel, men zeilt volgens het regtwijzend kompas N. N. W. en men heeft aldaar $\frac{1}{2}$ streek N. oostering, zoo is de koers naar het miswijzend kompas

N. N. W. $\frac{1}{2}$ W. De koers is naar het regtwijzend kompas N. O. $\frac{1}{2}$ O., de miswijzing $1\frac{1}{4}$ streek N. oostering, zoo is de koers naar het miswijzend kompas $3\frac{1}{4}$ streek beoosten het noorden, of N. O. t. N. $\frac{1}{4}$ O. Laat de koers W. Z. W. gesteld worden op een regtwijzend kompas, bij eene miswijzing van $\frac{3}{4}$ streek N. Wg., zoo is de koers naar het miswijzend $6\frac{3}{4}$ bewesten het zuiden of W. Z W. $\frac{3}{4}$ W.

Wij zullen hier eenige voorbeelden tot oefening doen volgen.

1°. *Rigting op het miswijzend Kompas.*	*Miswijzing van het Kompas.*	*Behoudene rigting van het regtwijzend Kompas.*
1. N. N. O. $\frac{1}{2}$ O.	$1\frac{1}{4}$ str. N. ooster.	$3\frac{3}{4}$ str. beo. 't N. of N. O. t. N. $\frac{3}{4}$ O.
2. N. O. $\frac{1}{2}$ O.	$2\frac{1}{8}$ » N. Wg.	$2\frac{3}{8}$ » » » » N. N. O. $\frac{3}{8}$ O.
3. O. Z. O. $\frac{5}{8}$ O.	$1\frac{3}{8}$ » N. Og.	$5\frac{1}{4}$ » » 't Z. » Z. O. t. O. $\frac{1}{4}$ O.
4. Noord.	18° 45' N. Wg.	18° 45' bew. 't N. » N. t. W. $\frac{2}{3}$ W.
5. 81° 10' beo. t. Z.	18. 40 N. Wg.	9. 50 ben. 't O. » O. t. N. $\frac{1}{8}$ O.
6. N. t. W.	168. 45 N. Og.	157. 30 beo. 't N. » Z. Z. O.

2°. *Rigting op het regtwijzend Kompas.*	*Miswijzing van het Kompas.*	*Behoudene rigting naar het miswijzend Kompas.*
1. O. t. Z.	$2\frac{3}{4}$ str. N. Wg.	$4\frac{1}{4}$ str. beo. 't Z. of Z. O. $\frac{1}{4}$ O.
2. W. t. Z.	$2\frac{1}{2}$ » N. Wg.	$6\frac{1}{2}$ » bew. 't N. » W. N. W. $\frac{1}{2}$ W.
3. O. t. N.	25° 30' N. Wg.	75° 45' beo. 't Z. » O. Z. O. $\frac{3}{4}$ O.
4. 17" beo. t. N.	$4\frac{1}{2}$ str. N. Wg.	67. 38 beo. 't N. » O. N. O.
5. Noord.	$1\frac{1}{8}$ » N. Og.	$1\frac{1}{8}$ str. bew. 't N. » N. t. W. $\frac{1}{8}$ W.
6. N. W. t. N. $\frac{1}{4}$ W.	4 » N. Og.	$7\frac{1}{4}$ » bew. 't N. » W. t. N. $\frac{1}{4}$ W.

§ 376. Bij de gewone schuivende kompassen heeft men boven en om de kompasroos eenen graadrand, en het is in dezen graadrand, die tot stevigheid geplakt is op moscovisch glas, dat men de naald heeft vastgemaakt, en waarop de eigenlijke kompasroos om den dop beweegbaar is; deze inrigting der gewone soort van schuivende rozen heeft eenige nadeelen, die wij hier ter bekorting stilzwijgend zullen voorbij gaan. Voor eenige jaren is er door mij eene nieuwe soort van schuivende rozen bekend gemaakt en in verschillende afmetingen verkrijgbaar gesteld, waarop patent is verleend, en die wij daarom ter onderscheiding *patent rozen* hebben genoemd. In deze patent rozen is de geheele oppervlakte der schijf door de kompasroos ingenomen, de graadrand bevindt zich niet boven om de roos, maar onder tegen deze, en de naald niet tegen de roos vastgemaakt, maar op zich zelve los om den dop onder de roos beweegbaar. De naald wordt bij deze rozen volgens den gezegden graadrand op de miswijzing gesteld, en dan aangeschroefd en hierdoor stevig tegen de roos bevestigd. Verder zijn in deze soort van rozen onder bij den graadrand de woorden *noordoostering* en *noordwestering* gesteld, waardoor men dus nimmer in de onzekerheid kan vervallen, hoe men de naald moet draaijen, om haar naar den graadrand op de behoorlijke miswijzing te stellen. Buiten nog andere voordeelen heeft men bij dit soort van rozen het voorregt, dat de geheele binnen vlakte-ruimte van den ketel of de doos, door de eigenlijke kompas roos wordt ingenomen.

25

Geen graadrand verkleint hier de roos, en de wensch *voor het zeekompas, om de grootste roos in den kleinsten ketel te hebben, wordt, zoo wij meenen, door onze patent roos volkomen bereikt.*

§ 377. Men vindt nog zeelieden, die zich van zoogenoemde vaste rozen bedienen, en die met zekere ons onbegrijpelijke overtuiging nog deze rozen voorstaan; ook de loodsen schijnen nog vrij algemeen aan deze de voorkeur te geven. Heeft men, door verlegging der naald, de roos tot eene regtwijzende gebragt, zoo zijn toch alle koersen, die men naar die roos zeilt volgens den waren horizon, terwijl de zulke, die zich van zoogenoemde vaste rozen bedienen, telkens hunne koersen, *elk op zich zelve* naar de miswijzing, moeten verbeteren; ook moeten zij de koersen, die zij uit de kaarten overnemen of daarnaar bepalen, en die steeds naar het regtwijzend kompas zijn, in dat geval naar het miswijzend herleiden. De opmerking, die men wel eens maakt, dat men in het verleggen van de kompassen, of in het verschuiven naar *noordoostering* of *noordwestering*, zich kan vergissen, vervalt bij de patent rozen, dewijl op deze de plaats voor *noordoostering of noordwestering door woorden is aangewezen*, en dus eene dergelijke vergissing, voor hen, die slechts lezen kunnen, bij de patent rozen niet denkbaar is. Het is inderdaad vreemd, dat de meeste zeevarende natiën zich niet van dit gemakkelijk hulpmiddel bedienen, en de Italianen en Nederlanders schier alleen van schuivende of regtwijzende rozen gebruik maken.

§ 378. De zeelieden bezigen veelal drie soorten van kompassen; wij zullen elk dezer kortelijk doen kennen.

1°. Het *stuur- of nachthuis-kompas* heeft eene houten of koperen doos of ketel met dekglas, en eene pen van geel koper met of zonder stalen punt. De rozen dezer kompassen zijn van verschillende grootte, naar dat men dit verkiest, en, óf met eene vaste of schuivende naald, óf met eene patent roos voorzien; bij de laatste soort heeft men voor de waarlooze rozen een doos met een strookje week ijzer, waarin men de naald, van de roos gescheiden, kan leggen, en daardoor de magneetkracht in de naald bewaren. Onder de stuurkompassen kan men ook de zoogenoemde hangkompassen rekenen, die in zoo verre van deze zijn onderscheiden, dat *de naald boven de roos ligt*, en de bodem van het kompas een rond stuk glas is, waarin zich de pen bevindt. Deze kompassen worden in de hoogte tegen het dek gehangen, zoo dat de roos van onderen gezien kan worden. In de stuur- en hang-kompassen vindt men in de binnenzijde van den ketel eene loodregte streep, *zeilstreep* of *streek* genoemd; het vlak, dat men door deze streep en het middelpunt van het kompas kan veronderstellen, moet steeds in de rigting van de kiel van het schip liggen of evenwijdig daar aan zijn, en dus het kompas bij zijne plaatsing daarna gesteld worden.

2°. Het *peilkompas* is als het voorgaande, met uitzondering van de zeilstreep, die daarin niet benoodigd is. De ketels van dit soort van kompassen zijn met een paar koperen blokjes voorzien, waaraan of in men twee vizieren kan schuiven. Deze vizieren moeten met het middelpunt des ketels of met de punt der pen overeenstemmen, of daarmede in één vlak liggen. Voorts bezitten zij veelal binnen onder het dekglas eenen fijnen zijden draad, die met het midden der vizieren moet overeenkomen. Indien men nu die twee vizieren op eenig voorwerp rigt, zoo is die draad mede daarop gerigt, en duidt de rigting van dezen draad alsdan op de roos aan, in welke streek van den horizon men dat voorwerp heeft of peilt. Het peilkompas dient voornamelijk om de ligging van voorwerpen te bepalen, die in of nabij den horizon zijn gelegen.

3°. Het *azimuth kompas*, dat over het algemeen met eenige meerdere zorg vervaardigd is, dient tot het bepalen der rigting van voorwerpen of hemelligchamen, die boven den horizon verheven zijn. In dit kompas is één der vizieren langer of hooger dan bij het peilkompas en is daarbij een' stoel of drievoet, waarop het geplaatst kan worden. Men heeft voornamelijk twee soorten van azimuth-kompassen, als: het zoogenoemde *reflecteer-peil-azimuth-* en ten andere het *Gilberts of prismatische azimuthkompas.* Bij de eerste soort heeft men vóór het langste of oogvizier, op het midden van het dekglas, een spiegeltje, dat de cijfers van den graadrand der roos door terugkaatsing in het oog van den waarnemer voert; bij de tweede soort is er voor het oogvizier boven het dekglas een van onderen bolrond geslepen glazen prisma gesteld, dat mede de cijfers van den graadrand tot het oog van den waarnemer brengt, en zelfs even als bij het reflecteer kompas met een verrekijkertje de graadverdeeling iets vergroot doet zien. Zoowel bij het reflecteer- als bij het Gilberts azimuth-kompas, vindt men achter het lange of voorwerps vizier een spiegeltje, dat om een scharnier bewogen kan worden; bij het peilen of waarnemen van een hemelligchaam, dat zich op eenige aanmerkelijke hoogte bevindt, stelt men dit spiegeltje schuins en vangt het beeld van het hemelligchaam, dat men wil waarnemen, daarin op. Men brengt vervolgens dit teruggekaatste beeld in overeenstemming met den draad van het vizier, en bepaalt eindelijk, met welk deel van den graadrand de draad van het vizier overeenkomt, waardoor dan tevens de rigting van het gepeilde voorwerp of hemelligchaam bepaald wordt.

Onderzoek en vereischten der Kompassen.

§ 379. De ketels der kompassen worden veelal vervaardigd van geel koper, dat echter niet is aan te raden; hout of rood koper is hiertoe beter geschikt. Het geel koper is dikwerf niet geheel zuiver van ijzer; het zink, dat een der bestanddeelen is van het geel koper, bevat somtijds $\frac{1}{100}$ tot $\frac{2}{100}$ deel ijzer; het zink wordt in ijzeren ketels gesmolten, en soms gaat iets van dat metaal in het zink over; daarom is het geel koper in het algemeen niet wel tot de vervaardiging van magnetische werktuigen aan te raden. Om te onderzoeken of een kompasketel ook eenige ijzerdeeltjes bevat, stelt men eene fijne magneetnaald of ligte roos op eene pen, bijv., in eenig stukje hout gestoken, en brengt men vervolgens eenige gedeelten van den ketel bij eene der polen van deze magneetnaald, waaruit dan spoedig zal blijken of de ketel vrij is van ijzer-deeltjes, of eenige werking op het naaldje aantoont.

Over het algemeen zijn de kompasketels te diep; als zij goed gemaakt zijn, en naar behooren in hunne ringen zijn gesteld, kunnen zij van eene meer platte gedaante zijn; dit vereischt minder lange pennen en ook minder koper.

De pen, waarop zich de roos beweegt, heeft tegenwoordig veelal eene stalen punt of einde, dat fijn afgerond moet zijn; men zorge echter, dat deze niet al te scherp zij, dat dan spoedig het omliggen der punt ten gevolge zoude kunnen hebben, waarvoor men vooral moet zorgen. Bij vele kompassen heeft men nog eene tweede pen, die minder puntig is, en die veelal *storm-pen* wordt genoemd.

De binnen holte van den agaten of steenen dop moet nagenoeg tot een punt toeloopen, zoodat de pen na elke schommeling, bij het tot rust komen der roos, steeds weder op dezelfde plaats of in het middelpunt der binnen holte van den dop terugkeert. De wrijving moet steeds zoo min mogelijk zijn, en men bediene zich daarom niet dan uiterst zeldzaam van de storm-pen. Als de roos op de fijne pen geplaatst is, en volkomen stil staat, draait men het kompas zachtelijk als om de pen; zijn pen en dop goed vervaardigd, zoo moet de roos bij die zachte omdraaijing, zelfs bij eene kleine schommeling des ketels, niet mede draaijen; heeft er echter eene omdraaijing plaats, zoo duidt dit aan, dat er te veel wrijving tusschen pen en dop bestaat, en dat óf de pen te stomp is, óf niet de behoorlijke rigting, stand of hoogte heeft, of ook, dat de binnen zijde des dops te ruw is. Vervolgens draait men den ketel om, tot dat eene der polen, bijv., de noordpool der naald of roos zich juist bevindt aan de zeilstreek of aan eenig ander merkteeken binnen in den ketel; als nu ketel en roos volkomen stil staan, brengt men door eene kleine hoeveelheid ijzer of staal, bijv., door een' sleutel, de naald of roos een weinig en slechts even merkbaar, buiten den meridiaan of de rigting, die zij had, bij het stilstaan; het ijzer weder weggenomen zijnde, moet de roos, na eenige weinige slingeringen, weder volkomen op dezelfde streek of merk terug komen, dat dan ten bewijze strekt, dat de naald eene genoegzame polariteit bezit, alsmede, dat pen en dop goed zijn; dit onderzoek noemen de kompasmakers *het afloopen der roos.* Bij groote en goede rozen moet de dop aan wederzijde in de naald kunnen geschroefd worden, en welke zijde der naald of roos men ook boven doe drijven, het nulpunt der roos moet na elke omkeering steeds, bij het volkomen stilstaan, weder bij hetzelfde punt in den ketel terug keeren; hierdoor ontdekt men, of de naald behoorlijk onder de roos geplaatst is, en of het magnetische midden der naald met het midden der roos overeenkomt. Om te onderzoeken of de rozen van de kompassen, die men aan boord heeft, *allen volkomen overeenstemmen in aanwijzing, brengt men de rozen, zoo dit kan, allen achtereenvolgens in denzelfden ketel, waar zij dan ook allen, nadat zij in rust zijn, met dezelfde streek bij hetzelfde punt des ketels moeten terug komen.* Zoo, bijv., de eerste roos voor de rigting der zeilstreek van den ketel geeft 30° beoosten het noorden, de tweede en volgende mede hetzelfde getal doen kennen, en alléén de laatste uitgezonderd, die, stel, bijv., bij 37° beoosten het noorden, blijft staan, zoo kan men hieruit besluiten, dat de onderzochte rozen allen overeenstemmen, en dat bij de laatste roos waarschijnlijk de naald niet behoorlijk naar hare magnetische as onder de roos is gelegd (§ 353), dat men dan door eene verplaatsing der naald moet trachten te verhelpen, of die roos niet gebruiken. Peil- en azimuth-kompassen kan men ook onderzoeken, door het peilen van een ver afgelegen voorwerp; zoo die peilingen, van dezelfde plaats gedaan, volkomen overeenstemmen, is dit mede een bewijs, dat de kompassen gelijk wijzen. Het onderzoek betrekkelijk de plaatsing der naald onder de roos, komt bij de patent kompasrozen niet te pas, en worden die naalden, ten aanzien van het magnetisch midden, op zich zelven door omkeering op de pen onderzocht.

§ 380. Het is vroeger aangemerkt (§ 364), dat de magneetnaalden, als zij daartoe behoorlijk ingerigt en geplaatst zijn, met het horizontale vlak eenen meer of min grooten hoek maken en met de N. of Z. pool om laag duiken; deze duiking is zelfs dikwerf bij de kompasnaalden op te merken, en ten einde deze weder regt te doen hangen, brengt men somtijds onder de roos eenig lak of ook wel klei, dat evenwel zeer is af te keuren, want van N. op Z. breedte komende zal weder de Z. pool om laag duiken, en men dus aldaar de verzwaarde pool om laag zien gaan, en men zoude dus in dat geval bij een zoodanig kompas de N. pool met dubbel gewigt moeten vermeerderen, om de roos aldaar weder waterpas te doen hangen.

§ 381. De zeilstreek, die men in de stuurkompassen heeft, moet loodregt tegen de binnenzijde van den ketel getrokken zijn, zoodat het vlak, dat men kan veronderstellen te gaan door deze streek of streep en de pen, den ketel en de doos midden door deelt.

§ 382. Bij peil- en azimuth-kompassen moeten de openingen der vizieren of voor de laatste ook de verrekijkers met de punten der pennen in één vlak gelegen zijn. Zoo het kompas een' *arret* of *stopper* heeft, waarvan men zoo min mogelijk gebruik moet maken, moet de veer van den stopper vooral zeer ligt zijn, zoodat eene kleine drukking genoegzaam is, om den arret tegen de roos te brengen en daardoor de slingeringen der roos te doen ophouden. Eindelijk willen wij nog doen opmerken, dat van vele kompassen de ketels, naar evenredigheid der rozen, te groot zijn, en dus te veel ruimte overlaten tusschen de roos en de binnenzijde des ketels, waarin de zeilstreek geplaatst is. Ook te dien aanzien treft men in de kompassen met patent rozen eene volkomenheid aan, die *zij alleen* kunnen bezitten, en de andere of gewone door den graadrand om de roos moeten missen. Wij willen echter hier nog bepaald doen opmerken, dat buiten dien graadrand de rozen in vele kompassen voor de binnenruimte der ketels te klein zijn.

§ 383. De kompassen, die als stuurkompassen moeten dienen, worden voor het roer, somtijds aan beide zijden één, in daartoe vervaardigde kasten, *nachthuizen* genoemd, geplaatst. Over deze nachthuizen zullen wij weinig behoeven te zeggen. Zij moeten van goed hout, stevig, zonder de minste bijvoeging van eenig ijzer, door schroeven in elkander gebragt zijn. Zoo de nachthuizen beneden de kompassen deurtjes of kastjes hebben, moet men vooral zorgen, dat deze niet gebezigd worden tot het bergen van eenige voorwerpen, waaraan zich ijzer bevindt, dat dan eene geheel eigene en onbekende miswijzing der naald ten gevolge zoude hebben; ook moeten die kastjes niet dienen tot het bewaren van natte voorwerpen, zoo als, bijv., der logrol met de lijn, dat vochtigheid zoude veroorzaken, die voor de kompassen niet dan nadeelig kan zijn. Om eene en andere reden is het beter, dat de nachthuizen volstrekt geene kastjes of deurtjes bezitten. Verder moeten de nachthuizen behoorlijk van glazen voorzien zijn, opdat men van boven gemakkelijk op de roos kan zien, en eene of twee lampen hebben, die door kleine lichtkaatsers des nachts een goed en bestendig licht op het kompas doen vallen. Sommige nachthuizen hebben de lampjes boven aan de kap, waarvan het licht dan van ter zijde, of onmiddellijk, of door eenig glas of prisma tot het kompas komt; deze inrigting is boven die met ééne lamp boven in de kap te verkiezen.

§ 384. De bewaring der kompassen is eene zaak, die de zeeman wel iets meer mogt behartigen, dan gemeenlijk plaats heeft. Het eerst komt hier in aanmerking, dat men ze in eene drooge plaats, zoo ver mogelijk van groote massa's ijzer, bewaart. De rozen moeten paarsgewijze gelegd worden, in daartoe van lindenhout vervaardigde kistjes; de naalden moeten met de ongelijknamige polen, met eenige ruimte tusschenbeide, boven of naast elkander liggen, en de genoemde polen met kleine staafjes week ijzer vereenigd worden. Bij onze meergemelde nieuwe of patent rozen worden doosjes afgegeven, waarin de naalden, als gewapende magneten, afgezonderd van de rozen, bewaard kunnen worden, en dus ook de roos niet door het roesten van de naald kan worden bedorven. Bij de GILBERTS azimuth-kompassen heeft men dikwerf twee rozen, die in één doosje bewaard worden, waarin twee staafjes week ijzer de ongelijknamige polen behoorlijk vereenigen; zoo men nu eene der rozen eenigen tijd in het kompas laat, en dus de andere roos van dat kompas alleen in het doosje verblijft, moet men de staafjes week ijzer alsdan uit de doos wegnemen, en de roos zonder die staafjes alleen bewaren. Deze staafjes voor twee naalden bij de azimuth-kompassen komen eerst dan te pas, als men de rozen met de naalden paarsgewijze in één kistje wil doen verblijven.

§ 385. *Aardmagnetismus en plaatselijke invloed.* Indien men een fijn gevoelig magneetnaaldje bij eene groote magneetstaaf brengt, zal men van dit naaldje, boven bij het zuidelijk deel der staaf gebragt, hare noordpool omlaag zien duiken of inclineren; bij het midden gesteld, hangt het naaldje horizontaal, en boven het noorder deel der staaf gaat weder de zuidpool om laag. Brengt men deze proeven in vergelijking met de verschijnselen van eene magneetnaald in hare gewone werking op de aarde, zoo blijkt het, dat er groote overeenstemming bestaat tusschen dit een en ander, en dat de aarde als een groote magneet op gelijke wijze op elken magneet werkt, en aldus overeenkomstig, welligt de declinatie, inclinatie en intensiteit der magneetnaald doet geboren worden.

Nemen wij nu het midden der aarde als een' grooten magneet aan, zoo kan men stellen, dat er tusschen deze en al de magneten op de aarde eene onophoudelijke en wederkeerige werking bestaat. — Ook op het gewone ijzer zal die gestelde groote enkelvoudige of zamengestelde magneet eene gedurige werking uitoefenen, die zelfs, als het ijzer slechts eenigzins gunstig in betrekking tot dien magneet geplaatst is, door onmiddellijke proeven blijkbaar is. Bijv., houdt men eene staaf

ijzer van 3 à 4 palmen in de rigting der inclinatienaald, zoo ontdekt men, als er eene fijne en gevoelige magneetnaald bijgebragt wordt, al dadelijk die magnetische werking in die staaf; in haar benedenste deel zal zich eene noord- en in het bovenste deel eene zuid-polariteit doen onderscheiden; keert men die staaf om, zoo zullen zich ook dadelijk de polariteiten omkeeren, en zich in de staaf doen kennen.

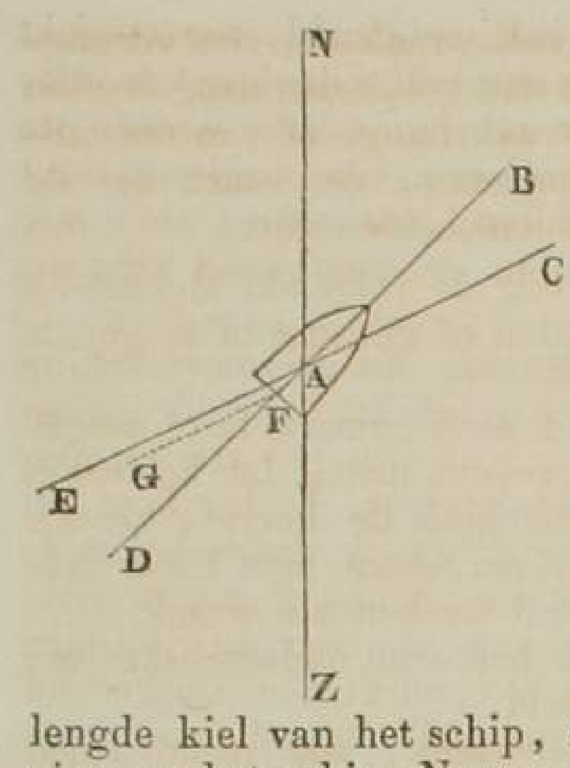
§ 386. *Plaatselijke afwijking der magneetnaald.* In de zamenstelling of den bouw van een schip wordt veel ijzer gebruikt, of zelfs ijzeren schepen gebezigd, dat natuurlijk eenen meer of min grooten magnetischen invloed op de kompassen aan boord uitoefent. In het kort, al het ijzer van een schip tot zijne zamenstelling gebezigd, daarenboven de stukken kanon, het blik der broodkamers, de rekken met geweren, ijzeren stutten en meer dergelijke vaste of losse voorwerpen, kunnen wij als eene massa ijzer aannemen, die op noordelijke streken of noorder magnetische breedte in haar bovenste deel werkt als zuidpool, en in het andere deel als noordpool.

Deze werking van het scheepsijzer op de kompassen, wordt *plaatselijke* of *locale* werking of invloed genoemd. Eerst sedert de laatste helft der voorgaande eeuw is zij bepaaldelijk door eenige kundige zeelieden opgemerkt. Die invloed van het scheepsijzer op de kompassen hangt af, *ten eerste* van de hoeveelheid ijzer, en *ten andere* van de magnetische breedte, waarop men zich bevindt. Onderscheidene geleerden hebben dit onderwerp nagegaan en onderzocht, en des aangaande belangrijke bijdragen geleverd. Zie verder de *Verhandelingen* van den Heer HUYGENS en mij, in § 351 aangehaald.

§ 387. Bij al het aangevoerde betrekkelijk de *log* en het *kompas*, willen wij ten slotte nog opmerken, dat het meer en meer van belang wordt, bij het toenemen van de middelen, om de snelheid der vaart te vermeerderen, ook steeds met alle zorg en juistheid de verheid en den koers te bepalen; dikwerf en met naauwkeurigheid te loggen en niet dan uitmuntende kompassen te gebruiken, is vooral bij die versnelling van vaart ten hoogste aan te raden.

De Wraak.

§ 388. Wij hebben in de voorgaande §§ gesproken van eene afwijking, die er in de bepaling van de onmiddellijke grootte van den koers konde plaats hebben door den plaatselijken invloed van het scheepsijzer; buiten deze is er somtijds nog eene afwijking, die bij de opmaking van den koers door het stuurkompas opgegeven, in acht genomen dient te worden. Het schip ligt, bijv., zoo als men dit noemt, na aan den wind, doch terwijl het als door de werking van den wind wordt voortgestuwd, en volgens het kompas eenen zekeren koers aanligt, houdt het echter dien koers in vele gevallen niet, en drijft bij het voortzeilen tevens iets ter zijde af; wat men nu van den koers volgens het kompas, bij het na aan den wind liggen, afdrijft, wordt *wraak* genoemd.



Stel, dat A een schip voorstelt, en NZ de rigting is van den meridiaan van dat schip, en dat het volgens de rigting van DB naar B schijnt voort te stevenen, of althans den koers aanlegt, die ons door den $\angle$ NAB wordt te kennen gegeven. Indien het schip nu naar B aanligt, en geene afdrijving of wraak heeft, zoo zal het kielwater, dat is, dat water, dat zich met eene bruisende en kokende beweging achter het schip bij eenige vaart vertoont, met de rigting van den aangelegden koers AB of FD overeenkomen. Maakt echter het kielwater, stel, dat dit door GF wordt voorgesteld, eenen hoek DFG met de verlengde kiel van het schip, zoo is deze hoek DFG de *wraak-* of *afdrijving* van het schip. Nemen wij EC door het middelpunt van het schip, evenwijdig aan FG, dan vervolgt het schip zijnen voortgang in de rigting van EC en de aangelegene koers of $\angle$ NAB moet met den $\angle$ DFG = $\angle$ BAC vermeerderd worden, om den wezentlijken koershoek NAC te verkrijgen.

§ 389. Komt de wind van de linkerzijde van het schip of van *bakboords* zijde, zoo zegt men, dat het schip over *stuurboord* ligt, of dat het zeilt met *bakboords halzen* toe; komt de wind integendeel van de regterzijde of *stuurboord* in, zoo zeilt men over *bakboord*, met *stuurboords halzen* toe.

Gemeenlijk kunnen de ra-schepen niet digter dan op zes streken bij den wind zeilen; stel, bijv., de wind noord, of van het N. naar het Z. gaande, zoo kan een schip, zich naar B begevende, onder geenen kleineren hoek NAB dan 6 streken aanliggen. De streek, die het schip in dit geval kan houden is, over stuurboord, O. N. O., en, over bakboord, W. N. W. Sommige schepen, als ook kleine vaartuigen, liggen op 5 streken bij den wind, doch hebben dan ook veelal meer afdrift of wraak en mindere vaart, en zoude somtijds met meer voordeel iets ruimer aanliggen, d. i. den hoek iets grooter nemen, dien de koers en windstreek maken, en hierdoor zoude dan de vaart vermeerderd en de wraak verminderd of soms vernietigd kunnen worden.

§ 390. Uit het gezegde kan nu gemakkelijk opgemaakt worden, dat men de wraak moet toepassen, met den wind medegaande. Om nu de wraak te kunnen bepalen, heeft men veelal achter op het schip, bijv., bij het hek, een gedeelte van eene kompasroos geteekend of geschilderd, waarvan de noord- en zuidstreek met de kiel van het schip overeenstemt. Men ziet nu over dit kompas naar het kielwater, en de wraak van het schip is dan gelijk aan den hoek, die gemaakt wordt door het kielwater en de noord- en zuidstreek van dit *wraakkompas*. Als men bij den wind zeilt, moet men deze waarnemig van tijd tot tijd herhalen, en bij het einde van elke wacht zuivert men den koers van de wraak. In ons figuur hierboven, vermeerdert de wraak den koers; stelt men evenwel, dat het schip A over bakboords zijde zeilt, en dat de wind Z. O. was, zoo zoude de aangelegde koers nog

O. N, O. kunnen zijn, doch indien er nu ook wraak is, zoo vermindert zij den koers, en de behoudene koers is dan gelijk den aangelegden koers min de wraak. De grootheid der wraak hangt af van omstandigheden; de bouw der schepen, hun diepgang, de vaart en de boeg, waarover men aanligt, doen deze onderscheiden zijn.

§ 391. In sommige werken vindt men nog de volgende algemeene opgaven, die bij voorkomende omstandigheden of getoetst of toegepast kunnen worden.

1°. Als een schip bij den wind zeilt met eene gematigde of zoogenoemde bramzeils koelte en stille zee, zoo rekent men, dat het schip geene of zeer weinige afdrift heeft; verheft zich de koelte, tot dat men een rif in de marszeilen moet nemen, zoo neemt men 1 à 2 streken, en met digt gereefde marszeilen 2 of 3 streken als wraak.

2°. Neemt de wind nog toe, en wordt het eene onderzeilskoelte, zoo wordt de wraak op 3 à 4 streken gesteld.

3°. Wordt het eene gereefde onderzeilskoelte, zoo neemt men 4 streken.

4°. Ligt men alleen onder het grootzeil 4 of 5 streken; onder het stagzeil 5; drijft men eindelijk zonder zeilen, of voor top en takel, zoo rekent men 7 of 8 streken wraak.

Deze opgaven kunnen slechts strekken tot eenige handleiding; het is hier alleen de ervarene zeeman, die de juiste opgaven, op het tooneel van bedrijf, kan geven, en naar waarheid den jeugdigen zeeman hierin de noodige aanwijzingen kan doen.

De volgende voorbeelden strekken tot oefening, om door den aangelegden koers, de wraak, enz., den behouden koers te bepalen.

Aangelegde koers.	*Zeilende over*	*Wraak.*	*Behoudene koers.*
1.) N. O.	Stuurboord	2 streken	O. N. O.
2.) N. N. W.	Bakboord	1½ streek	N. W. t. N. ½ W.
3.) Oost	Stuurboord	4½ »	Z. O. t. Z. ½ O.
4.) Noord	»	7½ »	Oost ½ N.

Aangelegde koers.	*Zeilende over*	*Miswijzing.*	*Wraak.*	*Behoudene koers.*
5.) N.O.t.N.(*m.w.*)	Stuurb.	1 str. N.O^{g}.	1 str.	N.O.t.O. regtw. komp.
6.) Z. Z. W. (*m.w.*)	»	½ » N.O^{g}.	½ »	Z.W.t.Z. » »
7.) W.N.W. (*r. w.*)	»	1½ » N.W^{g}.	¼ »	N.W.¼W. misw. komp.
8.) N. O. (*m. w.*)	Bakb.	1½ » N.W^{g}.	½ »	N. N. O. regtw. komp.
9.) O. t. N. (*r. w.*)	»	8° N.O^{g}.	10°	N.O.t.O.⅓O. misw. komp.
10.) W.Z.W. (*r. w.*)	Stuurb.	16° N.O^{g}.	½°	Z.W.t.W.⅛W. » »

DERDE AFDEELING.

Over den Octant, Sextant, enz.

§ 392. De grond, waarop de zeeman zijne waarnemingen verrigt, is zijn schip, dat door de zee in onophoudelijke beweging is. Het *astrolabium*, de *repetitie-cirkel* en andere voortreffelijke werktuigen, waarvan men zich met zoo veel naauwkeurigheid ter hoekmeting op den vasten wal bedient, kunnen den zeeman, als eenen vasten grond vereischende, van geene dienst zijn. Zijne werktuigen ter meting van hoogten en hoekige afstanden moeten zoodanig zijn ingerigt, dat hij de twee voorwerpen, waarvan hij den afstand wil bepalen, te gelijk ziet. *Graadstok* en *Graadboog* waren de eerste voorname werktuigen, die hem hierin ten dienste waren; deze werktuigen waren echter van eene ruwe zamenstelling, moeijelijk in het gebruik, en maakten spoedig plaats voor het *Spiegel-werktuig* van HADLEY, bekend onder den naam van *Octant*, dat later nog vermeerderd is met den *Sextant* en den *Reflectie-cirkel*.

§ 393. In de natuurkunde leert men: *dat, als een lichtstraal op eenen spiegel of op eene gepolijste oppervlakte valt, de hoeken van in- en uitgang gelijk zijn.*

Laat SP, fig. 9, pl. 111, de gestelde spiegel-oppervlakte zijn, waarop in C een lichtstraal EC valt; in dit punt C stelt men een vlak, gaande tevens door EC en de in C gestelde loodlijn CD, die men gemeenlijk de *normale* noemt. De lichtstraal EC, die onmiddellijk van het voorwerp E komt, valt in C op den spiegel en verlaat dien weder in de rigting van CF; de eerste wordt *invallende* en de tweede *uitgaande-lichtstraal* genoemd; de hoek ECD is de hoek van *ingang* en de hoek FCD de hoek van *uitgang*.

De hoeken DCE en DCF zijn gelijk, en daar de hoeken DCB en DCA beiden regt zijn, zoo heeft men dus ook $\angle$ ECB is gelijk aan $\angle$ FCA, en verder is nog:

$\angle$ FCE $=$ 2 *R. hoeken* $-$ ($\angle$ ECB $+$ $\angle$ FCA) of

$\angle$ FCE $=$ 2 *R. hoeken* $- 2 \times \angle$ ECB of gelijk 2 *R. h.* $- 2 \times \angle$ FCA.

En dit zegt: *dat de hoek, die gevormd wordt door de in- en uitgaande lichtstralen, gelijk is aan twee regte hoeken min tweemalen den hoek van in- of van uitgang.*

Het is van belang op te merken, dat de terugkaatsing bij de glazen spiegels van de achterzijde plaats heeft; op het oogenblik, dat de lichtstralen in het glas vallen, worden zij door de breking iets in rigting veranderd; bij de terugkaatsing van het verfoeliede gedeelte worden ze weder onder gelijken hoek teruggevoerd. Bij het uitgaan uit het glas ondergaat de lichtstraal andermaal eene kleine breking of verandering in rigting; zijn nu de twee oppervlakten van den spiegel niet volkomen evenwijdig, zoo zal de rigting van de uitgaande lichtstralen niet onder gelijke hoeken plaats hebben; of bij niet evenwijdigheid der twee spiegel-oppervlakten zijn de hoeken van in- en uitgang niet gelijk. De metalen spiegels kunnen de lichtstralen alleen van hunne oppervlakten terugkaatsen, en dus komt bij deze slechts eene gladde oppervlakte te pas; het moeijelijke echter om de metalen spiegels goed schoon te houden, is oorzaak, dat men deze niet dan zelden aantreft of gebruikt.

§ 394. Stel, R en P, fig. 10, twee spiegels, beide verticaal op het zelfde vlak; P is geheel spiegel en naar R gekeerd, R in zijn beneden gedeelte of beneden *ab* spiegel en boven *ab* doorschijnend glas; verder wordt aangenomen, dat de spiegels kort bij elkander staan, en

S een ver afgelegen voorwerp is, zoodat men den $\angle$ S als zeer klein kan aannemen, waardoor gesteld kan worden, dat S*c* en S*d* evenwijdig zijn, en dus, dat de evenwijdige lijnen S*c* en S*d* uit één voorwerp S komen. Nemen wij nu aan, dat het oog van een' waarnemer zich in O bevindt, en dat hij, volgens den lichtstraal O*c*S, het voorwerp S door het doorschijnende glas bij *c* ziet, en tevens te gelijk, juist onder *c*, hetzelfde voorwerp opmerkt, teruggekaatst van *d* uit den anderen spiegel. Men heeft dan: de in- en uitvallende lichtstralen S*d*, of, dat hier hetzelfde is, Z *d* en *d c*, als ook *dc* en *c* O maken gelijke hoeken, of $\angle$ Z*dc* $=$ $\angle$ *d c*O, en dus ook *ed*Z $=$ *fdc* $=$ *dcb* $=$ O*ca* en mitsdien zijn de spiegels evenwijdig (§ 52). Bij de evenwijdigheid der spiegels ziet men dus uit O het voorwerp S onmiddellijk volgens O*c*S, en ook door terugkaatsing van den lichtstraal Z*d*, komende volgens *cd* van den spiegel P. In het algemeen ziet men elk voorwerp in den spiegel schijnbaar zooveel achter dezen, als het zich vóór of van den spiegel bevindt; van daar, dat het voorwerp S, dat men volgens terugkaatsing ziet, juist zooveel achter den spiegel schijnt te zijn, als het zich inderdaad vóór of van den spiegel R bevindt.

Om derhalve de twee spiegels R en P, loodregt op een vlak staande, evenwijdig te stellen, plaatst men het oog in O, bijv., vóór een vizier of verrekijker, en ziet door het onverfoelied gedeelte des kimspiegels naar een 2 of 3 mijlen ver gelegen voorwerp S, en men draait verder een der spiegels, als om eene as, een weinig om, tot dat men het teruggekaatste beeld van hetzelfde voorwerp uit den grooten spiegel, op het dadelijk door den kleinen geziene, ontwaart.

Het gezegde laat zich aldus te zamen brengen: 1°. *als de voornoemde spiegels evenwijdig zijn, moet elk voorwerp dadelijk door den kleinen spiegel gezien, zich met het teruggekaatste beeld van hetzelfde voorwerp van den grooten spiegel vereenigen;* 2°. *als de twee gezegde beelden in den kleinen spiegel zich tot een natuurlijk geheel vormen, zijn de spiegels evenwijdig.*

§ 395. Laat fig. 11 een gedeelte van een spiegel-werktuig voorstellen, waarvan SP de meermalen genoemde groote en CD de kleine spiegel is. De spiegel SP is op eenen wijzer IS geplaatst, die om eene as bij A gedraaid kan worden; ook de spiegel CD kan mede een weinig omgedraaid worden bij B. Om nu de spiegels SP en CD evenwijdig te stellen, ziet men uit O door het onverfoelied gedeelte glas van den kleinen spiegel CD naar een verafgelegen voorwerp K', waartoe op zee veelal de kim gekozen wordt, en waarom die spiegel SD ook *kimspiegel* genoemd wordt. De lichtstralen KA en K'B worden weder aangenomen uit hetzelfde verafgelegene voorwerp K te komen, en vervolgens worden, volgens de voorgaande §, de spiegels SP en CD evenwijdig gesteld. Om nu de hoogte van Z of den hoekigen afstand tusschen Z en K of den $\angle$ ZAK, welken hoek ZAK wij kunnen aannemen, gelijk te zijn aan den $\angle$ ZOK', te bepalen, stelt of houdt men het werktuig in het vlak der voorwerpen Z en K; de waarnemer ziet vervolgens uit O door den kleinen spiegel in de rigting van OB naar de kim K', en brengt dan den grooten spiegel uit den evenwijdigen stand, of uit dien van SP of SI, zooveel vóóruit, tot dat hij den teruggekaatsten lichtstraal AB van ZA te gelijk met de kim K in

B, als vereenigd ziet. Wij veronderstellen, dat de spiegel SP zich alsdan in den stand van EF of EH bevindt. De van Z komende lichtstraal ZA maakt met den spiegel gelijke hoeken van in- en uitgang, of $\angle ZAE = \angle BAF$, en dus is het voorwerp Z door terugkaatsing niet alleen in den spiegel EF bij A, maar ook, volgens den lichtstraal AB, in B en daarna weder door den uitgaanden lichtstraal BO ook in O of het aldaar gestelde oog te zien. De waarnemer ziet dus uit O, als de groote spiegel den stand van EF heeft verkregen, volgens OB, de kim K' *onmiddellijk* als ook Z door de *terugkaatsing* van de lichtstralen AB en BO. — Uit de verplaatsing van den grooten spiegel, of door hoek HAI, kan men alsnu de grootte van den hoek ZAK bepalen. De hoeken ZAB en KAB worden gevormd door de in- en uitvallende lichtstralen van Z en K bij de spiegelstanden in EF en SP, en dit geeft:

$$\angle ZAB = 2\,\text{R.}\ \textit{hoeken} - 2\ \angle BAF\ (\S\ 393),\ \text{verminder}$$
$$\text{met}\ \angle KAB = 2\,\text{R.}\ \textit{hoeken} - 2\ \angle BAP,\ \text{zoo is}$$
$$\angle ZAB - \angle KAB = 2\,\text{R.}\ \textit{hoeken} - 2\angle BAF - (2\,\text{R.}\ \textit{h.} - 2\angle BAP)$$
$$\text{dus}\ \angle ZAK = 2\angle BAP - 2\angle BAF = 2\angle FAP;$$

en daar de boog GI uit A getrokken is, zoo is derhalve de boog HI gelijk $\angle$ FAP en dus de $\angle$ ZAK = *tweemalen* den *boog* HI.

Uit het aangevoerde blijkt nu *ten eerste*, hoe men twee spiegels evenwijdig kan stellen, en *ten andere*, dat men, door een derzelve ziende, den anderen om eene as omdraaijende, twee punten van twee voorwerpen, bijv., van de kim en eenig hemelligchaam, enz., in aanraking of vereeniging kan brengen; de hoek, dien deze twee punten in ons oog vormen, is dan gelijk aan twee malen den hoek, dien de twee standen van den grooten spiegel in de gezegde omstandigheid maken.

Hetzelfde, dat wij tot hiertoe voor een punt Z stelden, is op gelijke wijze toepasselijk voor alle punten van eenig voorwerp, en derhalve ook voor het geheele voorwerp. Plaatst men nu den grooten spiegel, bijv., op eenen wijzer, die in het midden, of in A, om eene as draaibaar is, en brengt men dien spiegel vervolgens naar de omschrevene wijze in beweging, tot dat eenig voorwerp Z met een ander K, bijv., in aanraking is, zoo duidt de doorgeloopene ruimte, of boog HI van den wijzer AH, de helft aan van de grootte van den hoek ZAK, en het tweevoudige daarvan is dus gelijk aan den hoek ZAK. — De zamenstelling dezer twee spiegels, met den wijzer AH en den boog GI is de grondslag der octanten en sextanten, en om hier zelfs de moeite der verdubbeling te ontgaan, verdeelt men den boog GI eigenlijk in halve graden, die men dan als graden en deelen derzelve aanneemt.

De wijzer, waarop de groote spiegel gevonden wordt, kan, indien de kleine spiegel vast staat, niet verder dan in de rigting van ADL gebragt worden; het tweevoudige van den $\angle$ LAI is dus de grootste hoek, dien men met het werktuig, dat de figuur voorstelt, zoude kunnen meten.

Zoo als boven gezegd is, verdeelt men de bogen dezer werktuigen in halve graden en onderdeelen, welke men vervolgens als graden, minuten, enz., kan aannemen. Is nu de boog LI, naar de gezegde

verdeeling van halve graden, in 90° verdeeld, zoo is de boog inderdaad slechts 45° of $\frac{1}{8}$ van den omtrek, en het werktuig wordt dan *octant* geheeten; zijn op den boog LI 120° aangeduid, zoo is hij echter slechts 60° of gelijk $\frac{1}{6}$ van 360°; van daar dat men het dan *sextant* noemt (§ 46). Het onderscheid tusschen octant en sextant bestaat dus daarin, dat men met den eersten een' hoek tot 90 en met den tweeden een' hoek tot 120° kan meten. In den reflectie-cirkel heeft men geenen boog maar eenen cirkel, draaijende de beide spiegels geheel rond, en dus is de omtrek in die werktuigen, om gezegde reden, in 720 deelen verdeeld. In dit werktuig kan men, na de eerste evenwijdigheid der spiegels, en daarop volgende meting of verplaatsing van den grooten spiegel, den kleinen spiegel weder evenwijdig zetten aan den grooten, en op die wijze bij herhaling de spiegels evenwijdig stellen, en de meting van denzelfden hoek, door het voortschuiven van den wijzer van den grooten spiegel, herhalen. Heeft men op die wijze, bijv., *vier* waarnemingen achter elkander gedaan, en is de grootte van den doorloopen boog gelijk 210° volgens den verdeelden rand, zoo is de gevraagde hoek *een vierde van dien boog* of $\frac{210°}{4} = 52° 30'$. Heeft er nu eenig gebrek in de verdeeling van dezen boog plaats, zoo vermindert dit, in het gestelde geval, tot op een *vierde*, of de feil wordt kleiner, naarmate er meerdere waarnemingen gedaan worden. De geschiktheid, die dit werktuig heeft, om hoeken bij herhaling te meten, heeft het den naam van *herhalings reflectiecirkel* doen verkrijgen.

§ 396. De octant en sextant, waarvan wij het beginsel hebben doen kennen, bestaat uit een vast gegoten raam HIK, fig. 12; de groote spiegel SP is op eenen wijzer PQ geplaatst, die om eene as, onder den spiegel aanwezig, kan draaijen; bij Q kan deze wijzer door eene schroef, *klemschroef* genoemd, vastgesteld worden; bij F vindt men de *stelschroef*, waardoor de wijzer PQ, ook na de vastzetting door Q, nog eene kleine verzetting kan ondergaan. Het is een voornaam vereischte, dat zoo wel de kleine spiegel CD als de groote SP loodregt op het vlak van het raam staan; de beide spiegels zijn daartoe in koperen kastjes gevat, die door eenige schroefjes E in het gemelde loodregte vlak kunnen gebragt worden. Ten einde den octant of sextant ook tot zonne-waarnemingen te kunnen bezigen, vindt men bij H en L eenige gekleurde glazen, *zonne-* of *gekleurde-glazen* genoemd, die om scharnieren draaibaar zijn, en daardoor vóór de spiegels gesteld kunnen worden. Bij G is een beugel of ring, die door eene schroef beneden aan het instrument, op of neer gebragt kan worden; in dezen beugel brengt men een dopje met een vizier-gaatje of eenen verrekijker. De verdeeling van den rand, waardoor men den boog, door den grooten spiegel of wijzer doorloopen, bepaalt, gaat van K tot H, en ten einde ook zelfs zeer kleine deelen te kunnen bepalen, heeft de wijzer nog eene kleine afzonderlijke verdeeling, *nonius* genoemd, waarvan men de aflezing kan verrigten door middel van een microscoopje L, dat zich boven den nonius kan bewegen, en dat door een schroefje bij M daarover bewogen kan worden; bij andere werktuigen vindt men dit microscoopje aan een armpje geplaatst, waarmede het dan weder over den nonius beweegbaar is. Enkele sextanten, en verreweg de meeste octanten, hebben van achteren, beneden den kimspiegel CD, eene inrigting met eene schroef, waardoor deze spiegel met den grooten spiegel evenwijdig gezet kan worden. De sextanten van latere constructie hebben veelal dien toestel niet en dus vaste kimspiegels; de evenwijdigheid der spiegels wordt in dat geval verkregen, door den grooten spiegel evenwijdig te zetten aan den kleinen. De voornaamste der hier genoemde voorwerpen, als: de spiegels, gekleurde glazen, verrekijker, enz., zullen wij hierna, elk afzonderlijk, eenigzins meer bepaald doen kennen.

§ 397. Heeft men een instrument met eenen lossen kimspiegel, zoo moet men, vóór dat men tot het doen van eene waarneming overgaat, de spiegels evenwijdig stellen. Te dien einde wordt de wijzer PQ, met het *nulpunt* van den nonius, op de *nul* van den rand gezet, het oog vóór den vizier of verrekijker, in den beugel G, geplaatst, en naar aanleiding van § 394 de kleine of kimspiegel evenwijdig gesteld aan den grooten spiegel. Kan de kimspiegel niet verzet worden, zoo als bij de sextanten, of verkiest men dien in den eenmaal gestelden stand te doen blijven, zoo bewerkstelligt men de evenwijdigheid der spiegels door den wijzer, waarop de groote spiegel geplaatst is; heeft men dit bereikt, *zoo zal het nulpunt van den rand, aldaar gedacht moeten worden, waar zich het nulpunt des nonius op den rand bij de evenwijdigheid der spiegels bevindt.* Is dit nulpunt links van het nulpunt van den rand, bijv., een boog van *a minuten*, zoo zoude dit nulpunt, om eene volkomene orde in het werktuig te hebben, mede zoo veel links gebragt moeten worden; daar dit echter niet doenlijk is, zoo vermindert men elken hoek, bij eene meting met dat werktuig, met den boog van *a minuten* of met zoo veel minuten of seconden als de nulpunten van nonius en rand, bij de evenwijdigheid der spiegels, van elkander gelegen zijn. Bevond zich het nulpunt regts van het nulpunt van den rand, alsdan moeten de hoeken met de gezegde vereffening vermeerderd worden; deze vereffening voor het nulpunt van den rand wordt veelal *wijzer-vereffening* (*index-vereffening* of *correctie*) genoemd. Het bepalen dezer vereffening door de volkomene bedekking van een voorwerp is eenigzins moeijelijk; zij wordt gemakkelijker en met meer naauwkeurigheid gevonden door het meten van de horizontale middellijn der zon of maan. Men rigt te dien einde, als een der gekleurde glazen van L en H vóór de spiegels CD en SP geplaatst zijn, den verrekijker onmiddellijk op de zon, en brengt de randen, namelijk, zoo wel die van de dadelijk geziene als die der teruggekaatste zon in juiste aanraking. Als nu bij de eerste aanraking, het nulpunt des nonius links of voorbij het nulpunt van den rand staat, bijv., op 32′ 10″, zoo stelt men hier voor het *minus-teeken* of men stelt — 32′ 10″. Men rigt daarna het werktuig op nieuw op de zon, en door den wijzer met de stelschroef F zachtkens in beweging te brengen, wordt nu de eene zon over de andere gebragt, en de andere randen van de dadelijk geziene en teruggekaatste zon weder in volkomene aanraking gesteld; indien nu de wijzer of zijn aanwijzingspunt regts van het nulpunt des rands komt, bijv., op 33′ 4″, alsdan geeft men die grootheid het teeken *plus* of men stelt + 33′ 4″;

het midden uit deze twee aanwijzingen is juist de plaats, waar zich het nulpunt van den nonius zoude moeten bevinden, als de twee zonnen, de dadelijk geziene en de teruggekaatste, zich volkomen bedekken, en dus de spiegels evenwijdig zijn, en van waar men derhalve de telling van den rand moet beginnen. De gestelde getallen geven ons:

De eerste aanraking der randen geeft . . . — 32′ 10″
en de tweede . . . . + 33. 4
+ 0′ 54″.

Het gemiddelde dezer metingen, of + 54″ gedeeld door 2, geeft + 27″, en elke waarneming, die men met dit werktuig doet, moet, zoo lang men den kimspiegel onveranderd laat, met die 27″ vermeerderd worden.

In het algemeen: men neemt de halve som als de beide aanwijzingen *plus* of beide *minus* zijn, en het halve verschil als deze ongelijknamig zijn; de vereffening is steeds in teeken overeenstemmend met dat van de grootste.

Is, bijv., de aanwijzing bij de eerste aanraking = — 4′ 10″
en bij de tweede . . . . = + 60. 4
+ 55′ 54″
2)
alsdan is de vereffening of correctie . . = + 27′ 57″.

Stel, de aanwijzing bij de eerste aanraking + 30′ 12″
bij de tweede » — 34. 0
— 3′ 48″
2)
derhalve de vereffening = — 1′ 54″.

Laat de eerste aanraking geven + 32′ 10″
en de tweede » — 32. 10
0′ 0″
2)
dus de vereffening = 0′ 0″.

Veronderstel, dat de eerste afwijking was — 30′ 0″
en de tweede » — 34. 10
— 64′ 10″
2)
derhalve de vereffening = — 32′ 5″.

Men bepaalt bij deze soort van waarnemingen tweemalen de grootte van de middellijn van het hemelligchaam, en zoo men dus de aanwijzingen optelt, moet de som gelijk zijn aan tweemalen de middellijn of viermalen de halve middellijn. In het laatste voorbeeld was die som 64° 10″ en dus de halve middellijn gelijk 64′ 10″ : 4 = 16′ 2″,5; als nu deze uitkomst met de halve middellijn van den gegeven dag in den *Almanak* overeenkomt, kan men met des te meer vertrouwen op de naauwkeurigheid der gevondene vereffening staat maken. Als de zon 10° of 12° hoog is, is haar licht minder sterk, en de vereffening wordt alsdan gemakkelijk, zonder hinder voor de oogen, bepaald.

§ 398. Om de kleine en groote spiegels onzer werktuigen volkomen evenwijdig te kunnen plaatsen, moeten ze mede loodregt op het vlak van het instrument of raam gesteld zijn of kunnen worden. De schroefjes bij E, fig. 12, zijn hiertoe bepaaldelijk bestemd. Ten einde te onderzoeken of de groote spiegel loodregt op het vlak van het instrument gesteld is, plaatst men een paar koperen regthoekjes, fig. 13, op het vlak van het werktuig, en wel zoodanig, dat men den eenen regthoek onmiddellijk en den anderen in den grooten spiegel teruggekaatst ziet; als nu de bovenvlakken van deze koperen regthoeken, namelijk het dadelijk geziene en het teruggekaatste, als in eene regte lijn of vlak liggen, zoo is de groote spiegel loodregt op het raam van het werktuig; op gelijke wijze gaat men te werk, als men den wijzer van den grooten spiegel iets verzet heeft, waardoor men zich dan overtuigen kan, of de genoemde spiegel zich bij elken stand van den wijzer loodregt op het vlak van het instrument bevindt; maken de twee bovenvlakken der regthoekjes geene gelijke lijn of vlak uit, zoo verzet men den grooten spiegel, door de gemelde schroefjes E, een weinig voor of achterover. Als het werktuig die regthoekjes niet heeft, zoo bezigt men den rand van het instrument tot gezegd onderzoek, en men ziet of het dadelijk geziene deel des rands met het teruggekaatste in den grooten spiegel een volkomen geheel uitmaakt.

Om den stand van den kleinen spiegel te onderzoeken, als de groote spiegel geplaatst is, rigt men het oog door den vizier en den kleinen spiegel op een goed zigtbaar afgelegen voorwerp; als nu bij eene kleine omdraaijing van den wijzer, de voorwerpen, namelijk het dadelijk geziene en het teruggekaatste, juist over elkander gaan, is ook de kleine spiegel perpendiculair; want op het oogenblik, dat de voorwerpen op elkander zijn, bevinden zich de beide spiegel-vlakten evenwijdig. Tot dit onderzoek kan men het oog ook op de kim rigten, en vervolgens het werktuig iets naar de regter of linker zijde doen hellen, gedurende die beweging moet de kim, in het glas en verfoelied gedeelte van den kimspiegel, zijnde de laatste de teruggekaatste kim, in eene regte lijn blijven. Indien gedurende die beweging een dezer deelen van de kim zich boven het andere verheft, of, zoo als de zeelieden dit wel eens noemen, *springt*, is dit een teeken, dat de kimspiegel niet loodregt staat. Indien de spiegels evenwijdig en loodregt staan, moeten de twee deelen der kim, in welke helling het werktuig ook gehouden wordt, steeds in ééne lijn blijven.

De schroeven, waardoor de kimspiegel loodregt wordt gesteld, zijn in de spiegelwerktuigen op onderscheidene wijzen geplaatst. In fig. 12 hebben wij eene dezer schroeven in E aangewezen; ook worden deze schroeven dikwerf achter tegen den voornoemden spiegel aangetroffen. Bij sommige werktuigen vindt men daartoe een schroevendraaijer of sleutel, fig. 14, en bij eenige sextanten van latere zamenstelling, te dien einde, op de rugzijde van het huisje des kimspiegels, twee schroefjes, één boven en één beneden, en het is door behulp van deze, dat men dan den spiegel den vereischten stand kan geven.

Op sommige octanten vindt men, in navolging van de sextanten, ook wel eens vaste kimspiegels; bij koperen werktuigen is dit niet kwaad, bij houten ramen, die veelal bij de octanten gevonden worden, *is het echter volstrekt af te raden;* in deze kan men, bij het trekken van het hout, op eene geobserveerde index-correctie niet lang staat maken, en moet men liever, volgens (§ 394), de kleine of kimspiegel vóór de waarneming evenwijdig stellen aan den grooten spiegel. Het vast stellen van den kleinen spiegel is wel gemakkelijk, en dus ook voordeelig voor den maker, doch niet ten voordeele van de waarnemingen met octanten, als zij, zoo als de meeste, uit hout zijn te zamen gesteld.

Als de hoek, die gemeten wordt, klein is, zal een gering verschil in het loodregte van den kimspiegel geenen belangrijken invloed op het meten van den hoek uitoefenen. De kleine of kimspiegel bestaat, zoo als gezegd is, voor een gedeelte uit doorschijnend glas; dit dient, om het oog eenigzins te bepalen, en ten andere, om de onmiddellijk daar doorgaande lichtstralen iets voor het oog te matigen, en het voorwerp of hemelligchaam, door dien spiegel gezien, eenige overeenkomst te geven, met het teruggekaatste beeld. Bij metalen spiegels zoude men dit doorzigtige deel des kimspiegels kunnen missen.

§ 399. De algemeene wijze, in (§ 395) opgegeven, om den afstand tusschen de twee voorwerpen K en Z, fig. 11, te meten, zullen wij thans, naar de verschillende omstandigheden, die er kunnen voorkomen, iets nader ter toepassing trachten te verklaren. In het algemeen, zoo wel bij den octant als sextant, ziet men uit O, fig. 11, door een aldaar gesteld vizier, eene ledige buis of eenen verrekijker, en rigt dien naar de kim of één der voorwerpen, waarvan men door het werktuig den hoekigen afstand wil bepalen. De verrekijkers, die men bezigt, zijn gewone kleine verrekijkers, of ook zoodanige, die de voorwerpen omkeeren.

§ 400. *Om de zons hoogte te vinden*, stelt men een der gekleurde glazen H, fig. 12, voor den grooten spiegel, dien men, als de wijzer op *nul* gesteld is, veronderstelt met den kimspiegel evenwijdig te zijn, of, zoo dit niet plaats heeft, dient men de vereffening voor de evenwijdigheid te kennen; bij een' octant wordt de kleine spiegel evenwijdig gesteld aan den grooten, of, zoo als men dit noemt, *de kim gesteld*. Vervolgens rigt men het werktuig in het vlak, dat loodregt door de zon gaat, d. i. men houdt het regtstandig, en de waarnemer ziet door den verrekijker en den kimspiegel naar de kim juist onder de zon, daarna brengt hij den wijzer van den grooten spiegel langzaam vooruit; spoedig zal hij nu de zon, uit den kleinen spiegel teruggekaatst, in het veld van den verrekijker krijgen. Door de klemschroef Q wordt alsdan de wijzer op den rand vastgesteld, en vervolgens de zons rand, door de stelschroef F, in volkomene aanraking met de kim gebragt; naarmate nu de onder- of bovenrand des hemelligchaams met de kim in aanraking is gesteld, heeft men de onder- of bovenrands hoogte van het genoemde hemelligchaam. Men neemt bij al de waarnemingen, die men met eenen verrekijker doet, die de voorwerpen omkeert, vooral in acht, dat de onderrand, in zoodanigen verrekijker, inderdaad de bovenrand, en omgekeerd, dat de schijnbare bovenrand de wezentlijke onderrand is.

Als de twee voorwerpen, welker afstand bepaald moet worden, bij de hoogte meting de zon en de kim, in juiste aanraking schijnen, laat men het werktuig, om de gezigtslijn als as, eene regtsche en linksche beweging maken, bij die beweging of slingering zal het hemelligchaam, bij eene hoogte meting, eenen boog langs de kim schijnen te beschrijven; blijkt het bij die beweging, dat de zon beneden de kim zakt, of bij eene afstands meting, dat het eene hemelligchaam het andere niet slechts raakt, maar iets daarover gaat, zoo is dit een blijk, indien het werktuig goed gesteld is, dat hier wordt aangenomen, dat bij de meting het instrument niet regtstandig is gehouden, of zich buiten het vlak der twee punten heeft bevonden, wier hoekigen of kortsten afstand men juist wilde meten.

Als het hemelligchaam, dat teruggekaatst aan de kim moet worden gezien, helder of sterk verlicht is, brengt men het op het doorschijnend glas van den kimspiegel; is het minder duidelijk zigtbaar, zoo doet men het teruggekaatste beeld op het verfoelied gedeelte vallen: doch in alle geval steeds zoo na mogelijk bij de scheiding van het doorschijnend en verfoelied of kwik-gedeelte van den kimspiegel.

§ 401. De *maans hoogte* wordt op gelijke wijze waargenomen, met die uitzondering echter, dat men zich bij dag bij deze waarnemingen van geene gekleurde glazen bedient. 's Nachts is het somtijds zeer moeijelijk met eenige juistheid de maans hoogte te bepalen; in enkele gevallen kan men zich ook alsdan met eenig nut van een gekleurd glas voor den kimspiegel bedienen. Bij de *hoogte meting der sterren* komen geene gekleurde glazen in aanmerking.

§ 402. *Om de meridiaans hoogte der hemelligchamen te bepalen*, begint men bij de zon, eenige minuten vóór dat zij door den meridiaan zal gaan, hare hoogte te meten, zoo lang zij nog rijst, is zij nog niet aan den meridiaan; men zal echter, bij voortduring waarnemende, een oogenblik kunnen opmerken, dat zij op dezelfde hoogte schijnt te blijven; de hoogte, die men alsdan heeft, is de gezochte *meridiaans hoogte*.

Even als bij de zon wordt de *maans* of eene *sters meridiaans hoogte* bepaald. Daar deze hemelligchamen echter niet altijd op denzelfden tijd door den meridiaan gaan, en bij de maan de grootste hoogte niet altijd de meridiaans hoogte is, moet men den doorgangstijd voor deze uit den *Almanak* bepalen, en alsdan hare hoogte meten. Ten einde zich zoo min mogelijk in de ster te vergissen, zal het zeer nuttig zijn, hare hoogte vooral ten naasten bij te berekenen, en op die hoogte den wijzer te stellen; als men vervolgens het werktuig loodregt in de rigting der ster houdt, en door den kimspiegel op de kim ziet, zal men alsdan de bedoelde ster onmiddellijk in het veld van den verrekijker hebben. De hoogten zijn voor vele sterren ten naasten bij door Tafel XXX vooraf te bepalen.

Is de dagcirkel van eene ster geheel boven den horizon, zoo gaat die niet onder, en zij heeft in het etmaal twee meridiaans hoogten, eene in den boven en eene in den beneden meridiaan. Bij eene hoogte in den beneden meridiaan neme men in acht, dat de ster in dien meridiaan zal zijn, als zij op haar laagst is, en dus, dat zij daalt vóór hare komst en rijst na den doorgang door den beneden meridiaan.

§ 403. *Om den afstand van twee hemelligchamen te vinden*, brengt men het werktuig in het vlak, dat door beide die hemelligchamen gaat, en dewijl het hemelligchaam, dat uit den grooten spiegel komt door eene dubbele terugkaatsing veel licht verliest, ziet men door den verrekijker steeds onmiddellijk op het zwakst verlichte; de wijzer wordt vervolgens zachtkens voorwaarts bewogen, tot dat het andere hemelligchaam, bijv., de zon of maan, zich mede in het veld des verrekijkers vertoont, waarna de verdere volkomene aanraking der hemelligchamen door de stelschroef wordt voleind. Daar, voor het vinden der lengte, de afstanden, die men wil meten, ten naasten bij door den *Almanak* bekend zijn, wordt de wijzer vooraf op den hierdoor zeer na in grootte te bepalen boog geplaatst, waardoor, als het werktuig op de beschrevene wijze gehouden wordt, de hemelligchamen meestal in den verrekijker zeer nabij elkander zullen gezien worden.

Is bij het meten van eenen maans en zons afstand de laatste zeer helder, zoo brengt men dien op het doorschijnende glas gedeelte des kimspiegels; daarentegen wordt eene flaauwe zon op het kwikgedeelte gebragt, in beide gevallen en altijd, zoo na mogelijk bij de lijn van scheiding van glas en spiegel, en steeds, zoo veel dit kan plaats hebben, in het midden van het veld van den verrekijker. Als de maan zich links van de zon bevindt, zoo houdt de waarnemer het werktuig met de spiegels naar boven, rigt verrekijker en kimspiegel op de maan, en ontvangt de zon van de regterzijde op den grooten spiegel; staat de maan regts, zoo keert men het werktuig om, met de spiegels omlaag, en het zonnebeeld valt in dat geval van de linkerzijde op den grooten spiegel. Eindelijk moet er bij eenen zons en maans afstand nog in acht genomen worden, dat de verlichte rand der maan steeds naar de zon gekeerd staat, en men daarom, tusschen zon en maan, altijd den afstand van de naaste randen der hemelligchamen meet; bij eenen afstand tusschen de maan en eene ster of planeet kan dit onderscheiden zijn, en de verlichte rand, of de volkomene zijde der maan, kan *naar* of *van* de ster of planeet staan, en men kan dus in deze den naasten of den versten rands afstand hebben.

Bij het meten van eenen maans en sters afstand rigt men het oog op de tweede, en brengt de maan tot de ster. Bij deze metingen zorge men vooral zich niet in den rand der maan te vergissen; van nieuwe tot volle maan is de verlichte rand der maan naar het westen en van volle tot nieuwe maan is deze naar het oosten gekeerd.

§ 404. Met het beste gevolg kunnen deze werktuigen ook dienen tot het meten van den hoekigen afstand van twee aardsche voorwerpen; in deze handelt men naar aanleiding van het gezegde; de verrekijker steeds op het minst heldere voorwerp rigtende, wordt het andere, na eene zachte verschuiving van den wijzer des grooten spiegels, bij het onmiddellijk geziene voorwerp gebragt. Zoo nu het reflecteerwerktuig zich juist heeft bevonden in het vlak, gaande door het oog en twee punten van de twee voorwerpen, en de bepaling der aanraking met juistheid is geschied, kan men verzekerd zijn, met veel naauwkeurigheid den hoekigen afstand, tusschen de twee punten der twee voorwerpen uit het standpunt des waarnemers, te hebben gemeten.

Over de toestellen, die men op sommige octanten en sextanten vindt, om zoogenoemde waarnemingen van achteren te doen, hebben wij voorbedachtelijk niet gesproken; die soort van waarnemingen zijn niet gemakkelijk; ook is het stellen van den daartoe vereischt wordenden kimspiegel eene moeijelijke zaak, en moeten de groote en kleine spiegels of hunne verlenging, bij behoorlijke stelling, alsdan onderling eenen regten hoek maken.

§ 405. Na deze algemeene verklaring van den octant en sextant en de aanwijzing van hunne toepassing bij het gebruik, zullen wij ons nu nog kortelijk tot de beschouwing van eenige enkele gedeelten dezer werktuigen bepalen.

§ 406. *Over den nonius.* Wij hebben gezegd, dat de bogen der reflectie-werktuigen inderdaad in halve graden verdeeld zijn (§ 395), die men echter, uithoofde dat de grootte der door den wijzer doorloopene bogen tweevoudig moet genomen worden, als graden en onderdeelen daarvan aanneemt. Aan het einde van den wijzer dezer werktuigen, waarop de groote spiegel gevonden wordt, heeft men een verdeeld plaatje van ivoor, koper, zilver of ander metaal, waardoor men alzoo mindere deelen kan waarnemen, dan onmiddellijk op den boog of rand van het werktuig zijn aangeteekend, welk verdeeld strookje *nonius* wordt genoemd.

PETRUS NUNEZ, een Portugees, van wien de benaming van *nonius* is afgeleid, beschreef, volgens MACKAY [1], in twee zijner werken [2] zijne handelwijze aldus: Trek 45 concentrieke bogen, verdeel den uitersten in 90, den volgenden in 89, den daarop volgenden in 88 deelen en op die wijze voortgaande den laatsten boog in 45 gelijke deeltjes. Als men nu over deze concentrieke en verschillend verdeelde bogen eenen wijzer doet bewegen, zoo zal zijn aanwijzingspunt op een' dezer bogen op een der deelpunten komen; stel, dat dit plaats heeft op den boog, in 60 deelen verdeeld, en aldaar op het 13$^{\text{de}}$ deel van dien boog, zoo heeft men, in het hier gestelde geval, voor de grootte van den hoek, dien de wijzer zal te kennen geven:

$$\frac{13}{60} \times 90° = \frac{1170°}{60} = 19°\ 30'.$$

Deze wijze van werken werd opgevolgd door de bekende *transversaal-verdeeling*, die echter reeds lang niet of weinig meer op de reflectie-werktuigen wordt aangetroffen, en die men waarschijnlijk verschuldigd is aan eenen Engelschen instrumentmaker RICHARD CHANSELER. [3]

Beide voorgaande wijzen van verdeelen hebben hare nadeelen, en geen wonder dus, dat zij spoedig plaats maakten voor den voortreffelijken nonius van CLAVIUS, die in 1651 of twintig jaren daarna door

[1] *The theory and Practice of finding the Longitude*, etc. V. I. Pag. 51. Londen, 1810.

[2] *De Crepusculis*, te *Lissabon* in 1522 en in zijne verhandeling *De arte atque ratione Navigandi.*

[3] Volgens MACKAY, in het werk van THOMAS DIGGS, *Alae seu Scalae Mathematicae*, *Londen*, 1573, beschreven.

een' Franschman, PIERRE VERNIER, beschreven werd, en naar wien de Franschen den nonius ook wel *Le Vernier* noemen.

Stel, om den nonius van CLAVIUS nader te doen kennen, dat AB, Fig. 15, eene zekere lengte voorstelt, die in onderscheidene deelen, AE, EF, FG en GB verdeeld is, en dat ook verder ieder dezer deelen weder verdeeld is in 10 kleinere deelen Af, fg, gh, hi, enz. Stellen wij een ander lijntje of strookje, dat zich juist langs AB kan bewegen en neem dit strookje CD gelijk AE. Verdeel vervolgens CD in elf deeltjes, dan zijn de 11 deeltjes van CD juist zoo groot als de 10 deeltjes van AE. Verplaatst men nu het strookje CD, dat wij voortaan nonius zullen noemen, zooveel, dat de lijntjes f en 1 overeenstemmen, of in ééne lijn gelegen zijn, zoo is CD zooveel regts verschoven, als het lijntje 1 van f gelegen was, vóór de verplaatsing van CD.

Om dien afstand of de grootte van f tot 1 te bepalen, heeft men:

$$f1 = Af - C1 = \frac{1}{10}AE - \frac{1}{11}CD = \frac{1}{10}AE - \frac{1}{11}AE \text{ (want } AE = CD\text{), en}$$

$$\text{dus } f1 = \left(\frac{1}{10} - \frac{1}{11}\right)AE = \left(\frac{11}{110} - \frac{10}{110}\right)AE = \frac{1}{110}AE\text{; even zoo is}$$

$$g2 = Ag - C2 = \frac{2}{10}AE - \frac{2}{11}AE = \left(\frac{22}{110} - \frac{20}{110}\right)AE = \frac{2}{110}AE\text{, enz.}$$

Om nu de grootte van $\frac{1}{110}$ AE te bepalen of uit te drukken in de grootte van Af, behoeft men slechts $\frac{1}{110}$ AE door de grootte van Af of $\frac{1}{10}$ AE te deelen, en dit geeft $f1 = \frac{1}{110} : \frac{1}{10} Af = \frac{10}{110} Af = \frac{1}{11} Af$, en men heeft dus $f1 = \frac{1}{11} Af$. Op gelijke wijze vindt men $g2 = \frac{2}{11} Af$, $h3 = \frac{3}{11} Af$, enz. Stellen wij nu, dat bij A en C eene nul of een ander teeken voor het begin der telling gesteld wordt, zoo zullen, als A en C als ook E en D volkomen overeenkomen, al de lijntjes van AE en CD allengskens van A naar E meer in afstand verschillen, verschuift men CD zooveel, dat de lijntjes f en 1 overeenkomen, zoo is het nul- of C-punt van den nonius $\frac{1}{11}$ deeltje van Af verzet; komt 6 en l overeen, zoo is de verzetting $\frac{6}{11}$ van Af, enz. Deelt men AE in 9 en CD in 10 deeltjes, zoo heeft men: $Af - C1 = \frac{1}{9} AE - \frac{1}{10} CD = \frac{1}{9} AE - \frac{1}{10} AE = (\frac{1}{9} - \frac{1}{10}) AE = (\frac{10}{90} - \frac{9}{90}) AE = \frac{1}{90} AE$, maar $\frac{1}{90}$ van AE is in deelen van Af gelijk aan $\frac{1}{9}$ van $\frac{1}{90}$ AE, en dus gelijk aan $(\frac{1}{90} : \frac{1}{9}) Af = \frac{9}{90} Af = \frac{1}{10} Af$.

Op deze wijze kan men bij elke overeenstemming van een lijntje van den nonius met een van AB bepalen, hoeveel dat het nulpunt van den nonius van het punt van begin van A is afgeweken. Deze wijze van tellen door eene zeer kleine verzetting van den nonius is op gelijke wijze toepasselijk op concentrieke bogen en wordt daarvan thans gebruik gemaakt in alle reflectie-werktuigen of oc- en sextanten. Laat BF, fig. 16, een gedeelte van den boog van een reflectie-werktuig voorstellen, en CD de nonius zijn, die zich aan den wijzer bevindt van den grooten spiegel. Stel, de boog is verdeeld in graden en vervolgens nog in derde deelen, die dus elk $\frac{1}{3}$ graad of 20' voorstellen. Neem van den boog de wijdte van EA, bevattende *negentien* van de genoemde deelen, en verdeel deze wijdte DC, op den nonius overgebragt, in *twintig* deelen; zoo heeft men: 19 deelen van den boog of rand zijn gelijk aan 20 deelen van den nonius. Indien men nu, zoo als bij de reflectie-werktuigen plaats heeft, de telling van de regter naar de linkerzijde doet voortgaan, heeft men voor deze deelen Af, fg, gh, enz., en voor die van den nonius C 1 of $0-1$, $1-2$, $2-3$, enz. Als nu CD wordt opgeschoven naar de linkerzijde, en wel zooveel, dat de lijntjes 1 en f overeenstemmen, zoo zal het nulpunt van den nonius, door die verzetting van den wijzer, de grootte van f 1 op den boog zijn verzet; komen g en 2 overeen, zoo is de nonius de afstand van $g\,2$ naar de linkerzijde gebragt, of bevindt zich het nulpunt des nonius alsdan zooveel verder van het nulpunt des boogs, als de lijntjes g en 2 vóór de verzetting van elkander waren. De waarden der deeltjes $f\,1$, $g\,2$, $h\,3$, enz., worden naar aanleiding van het aangevoerde aldus gevonden: $f\,1 = \mathrm{A}f - \mathrm{C}\,1 = \frac{1}{19}\,\mathrm{AE} - \frac{1}{20}\,\mathrm{AE}$ (want AE en CD zijn weder gelijk) $= (\frac{20}{380} - \frac{19}{380})\,\mathrm{AE} = \frac{1}{380}$ van AE, daar nu AE 19 deelen bevat, die elk $20'$ zijn, zoo is dus $\mathrm{AE} = 19 \times 20' = 380'$, en derhalve is $f\,1 = \frac{1}{380}$ van $380'$, of $= 1'$. Is dus CD zooveel verzet, dat f en 1 overeenkomen, zoo is C juist $1'$ van A verwijderd. Als g en 2 overeenkomen, of h en 3 enz., zoo zullen in die standen het nulpunt des nonius of C achtereenvolgens $2'$, $3'$, enz. van A verwijderd zijn,

§ 407. De onderdeelingen en inrigtingen der noniën zijn bij onderscheidene werktuigen zeer verschillend, ofschoon het doel bij allen is: *kleinere afstanden te doen kennen, dan onmiddellijk op den rand zijn aangeduid.* In het algemeen kan men deze zaak ook aldus beschouwen: Stel CD in a en AE in $a \pm 1$ deelen verdeeld, zoo heeft men, bijv., $\mathrm{AE} = a - 1$ aannemende:

$$f\,1 = \mathrm{A}f - \mathrm{C}\,1 = \frac{1}{a-1} \times \mathrm{AE} - \frac{1}{a} \times \mathrm{AE} = \left(\frac{a}{a\,(a-1)} - \frac{a-1}{a\,(a-1)}\right) \mathrm{AE}$$

$= \frac{1}{a\,(a-1)}\,\mathrm{AE}$; $g\,2 = \frac{2}{a\,(a-1)} \times \mathrm{AE}$, enz. Is nu $\mathrm{AE} = 19$ deelen genomen, zoo is, elk deel $20'$ zijnde, $\mathrm{AE} = 380'$, en dus $f\,1 = 1'$ en $g\,2 = 2'$ enz. Deelen wij elken graad van den boog in 4 deelen, zoo is elk deeltje $15'$. Stelt men $\mathrm{EA} = 59$ deelen, en verdeelt men de daarmede overeenstemmende grootte CD in 60, zoo heeft men:

$$f\,1 = \frac{1}{60\,(60-1)} \times 885' = \frac{885'}{3540} = 0',25 = 15''.$$

Wordt elke graad van den graadrand in 6 deelen verdeeld, zoo is elk dier deelen $= 10'$; laat men nu 59 deelen van den graadrand overeenkomen met 60 deelen van den nonius, zoo is $\mathrm{AE} = 590'$ en $f\,1 = \frac{590}{3540} = 10''$. Vele der tegenwoordige sextanten hebben eene der twee laatste verdeelingen, terwijl de cirkels en octanten zich veelal tot minuten en soms tot halve minuten bepalen.

Men onderscheide hier de zaak wel, de nonius heeft een nulpunt; stemt dit punt nu juist overeen met een deeltje van den boog, zoo heeft men daardoor gelegenheid onmiddellijk te bepalen, welk deel des rands met het nulpunt van den wijzer overeenkomt; geschiedt dit echter niet, zoo kan men door den nonius nog bepalen, hoeveel men nog bij de reeds bepaalde grootte des boogs moet voegen, om de ware grootte te kennen. Stel, bijv., dat voor een' octant het nulpunt van den nonius komt in den 33sten graad in het 2e vakje, zoo heeft men dus:

$33° + 20' +$ *nog de minuten door den nonius te bepalen*, stel, dat het 17de streepje van den nonius met een streepje van den boog overeenkomt, zoo heeft men dan voor de grootte van den boog $33° + 20' + 17'$ of $33°\,37'$. *Men bepale in deze eerst door het nulpunt of teeken van begin van den nonius op den rand de grootte van den boog, naar de onmiddellijke verdeeling van den rand, en vervolgens door den nonius, wat men nog bij die grootte moet voegen.*

Ten einde spoedig de wijze van verdeeling, en het bepalen van de kleinere deelen door den nonius te kennen, onderzoekt men eerst bij het werktuig, in hoeveel deelen elke graad van den rand verdeeld is; is dit, bijv., in drie of zes deelen, zoo is elk deel van den rand of boog $\frac{1}{3}$ of $\frac{1}{6}$ van één' graad òf 20 òf $10'$; de nonius zal dan in 20 of 10 deelen verdeeld zijn, die dan minuten aanduiden; is de nonius nu nog verder, bijv., elk deel der 10de deelen of elke minuut, door kleinere lijnen in zes deelen verdeeld, zoo zijn dit zesde deelen van minuten, of elk dier vakjes is dan $\frac{1}{6}$ minuut of $10''$. (1)

§ 408. *Over de Microscopen en Verrekijkers der Reflectie-Werktuigen.* Bij vele dezer werktuigen vindt men óf een vergrootglaasje (*loupe*) óf een microscoopje, dat op deze of gene wijze boven den nonius bewogen kan worden, en, in fig. 12, bij L, wordt aangetoond; hierdoor kan men de kleine deelen van den rand en nonius aanmerkelijk vergroot en dus meer duidelijk zien, en ook de overeenstemming van een lijntje van den nonius met een van den graadrand met juistheid bepalen. Somtijds bevindt zich dit microscoopje op een armpje geplaatst, dat zich gemakkelijk over den nonius laat bewegen. Als men het microscoopje of vergrootglaasje ten naastenbij op zijne plaats heeft gebragt, is het zeer noodig, dat men het oog er regt door rigt; iets buiten die rigting ziende, zoude men ligt de verkeerde lijntjes van nonius en rand in overeenstemming veronderstellen, en daardoor in eene feil kunnen vervallen.

Het getal, alsmede de soort van verrekijkers, die men bij deze werktuigen vindt, zijn onderscheiden. De meeste, althans de beste, hebben tegenwoordig eenen gewonen verrekijker met een hol en bol glas, als ook een met bolle glazen; den eersten noemt men den regten of kleinen en den tweeden den langen-, omkeerenden- of astronomischen-verrekijker; eindelijk treft men bij deze werktuigen ook dikwerf eene ledige buis aan, die dus weinig meer dan een eenvoudig vizierdopje is. De verrekijker, ledige buis of vizierdopje worden in O, fig. 11, of in G, fig. 12, gesteld of ingeschroefd, en op die hoogte boven het vlak van het instrument gebragt, dat het midden van den verrekijker overeenkomt met het midden van den kimspiegel CD. In den omkeerenden of astronomischen verrekijker worden twee of meer draden geplaatst; hierdoor kan men bij het waarnemen, het hemelligchaam of de hemelligchamen midden in den verrekijker houden.

Het is niet alleen eene vereischte, dat het midden van den verrekijker met het midden van den kimspiegel overeenkomt, maar de as van den verrekijker moet tevens evenwijdig aan het bovenvlak van het instru-

(1) Zie verder over dit onderwerp de *Verhandeling over de Octanten en Sectanten*, pag. 8–16 der *Aanmerkingen*.

ment zijn. Te dien einde vindt men in den ring G, fig. 12, bij vele sextanten, eenen binnenring, die door boven en beneden schroefjes in den ring G is vastgemaakt, en waardoor ook deze binnenring in den beugel iets verzet kan worden, en de verrekijker naar behooren evenwijdig aan het genoemde vlak wordt gebragt.

§ 409. *Over de verdeeling, de grootte van den boog en de graad-verdeeling.* In de sextanten zijn tegenwoordig de verdeelingen meestal zoodanig, dat men door hulp van den nonius (§ 407) de grootte der bogen tot op 15 of 10″ bepalen kan; bij octanten of cirkels gaan deze tot 1′ of 30″.

De boog van eenen octant of sextant moet van 0 tot 90° of van 0 tot 120° juist een achtste of een zesde van den omtrek zijn, waarvan de boog gesteld wordt een deel uit te maken. Het onderzoek, of aan deze vereischte volkomen voldaan is, valt niet gemakkelijk te verrigten. Indien het mogelijk is, neemt men den radius van de boog, dat veelal plaats kan hebben, door den grooten spiegel weg te nemen, waardoor de grootte van den straal te bepalen is; vervolgens wordt met dien straal een cirkel getrokken, waarop alsdan de boog getoetst zoude kunnen worden. Daar de radius van eenen cirkel steeds gelijk is aan de choorde van eenen boog van 60° van dezen cirkel, zoo is dus bij eenen sextant de radius gelijk aan de choorde van 120° van dien cirkel. Met eenen sextant of octant zoude men ook eenen omtrek om zich kunnen meten, d. i., als men bij een onbelemmerd gezigt, een aantal scherp besnedene voorwerpen om zich heeft, kan men den afstand meten tusschen het eerste en het tweede voorwerp, tusschen het tweede en het derde, en, op deze wijze voortgaande, ook eindelijk den afstand bepalen tusschen het laatste en weder het eerste voorwerp. Het is duidelijk, dat, indien men, met een goed werktuig, volkomen naauwkeurig gemeten had, en alle voorwerpen zich juist in of op gelijke hoogten boven den horizon hadden bevonden, men dan eenen volkomen omtrek zoude afgemeten hebben, die gevolgelijk gelijk 360° zoude zijn. Heeft men nu voor de som van al de gemetene hoeken meer of minder dan 360°, zoo zoude men door eenen regel van drieën gemakkelijk de feil des boogs, voor elken hoek, die door het werktuig gemeten wordt, door eene kleine berekening kunnen bepalen. — In deze zoude echter gesteld moeten worden, dat het werktuig, de rand of verdeeling uitgezonderd, in al zijne overige deelen volkomen goed ware; verder, dat al de punten, waarvan men de afstanden had bepaald, op gelijke hoogten waren gelegen; zoo dit laatste niet plaats had, zoude men al de hoeken tot horizontale hoeken moeten herleiden. (¹) Om eene en andere reden vinden wij zwarigheid, om dit onderzoek ter toepassing aan te bevelen, en meenen, dat men hierin vertrouwen in den maker zal moeten stellen.

Om te onderzoeken of de verdeeling juist is en de deeltjes van den boog overal even groot zijn, voert men den nonius langs den geheelen boog, en de uiterste deelen of lijntjes van den nonius moeten dan telkens overeenstemmen met twee lijntjes van den rand, of in het algemeen: de wijdte van de twee uiterste lijntjes van den nonius is

(¹) Zie hierover: *Verhandelingen over octanten en sextanten*, § 28 en § 88.

steeds een volkomen opgaand deel van twee lijntjes van den verdeelden rand of boog; men brengt dus, bij wijze van afpassing, de uiterste lijntjes van den nonius steeds in overeenstemming met twee lijntjes van den rand, en op die wijze van lijntje tot lijntje langs den geheelen boog. Heeft er nu bij elke verplaatsing eene volkomene overeenstemming plaats van twee lijntjes van den rand met de twee uiterste lijntjes van den nonius, zoo kan dit tot overtuiging strekken, dat al de deelen op den boog of rand even groot zijn.

§ 410. *De gekleurde Glazen en de Spiegels.* Het is eene der voornaamste vereischten, doch ook tevens eene der moeijelijkste, om de glazen voor deze werktuigen *vlak en evenwijdig geslepen* te verkrijgen.

Om te onderzoeken of eenig glas vlak is, brengt men dit kort voor het oog, en doet men eenen gespannen draad daarin terugkaatsen; als nu deze draad eene volkomen regte lijn is, of in het algemeen, als eenig teruggekaatst beeld een volkomen met het oorspronkelijke overeenkomstig beeld is, kan men de oppervlakte van het glas als vlak aanmerken.

§ 411. Men onderzoekt of de beide oppervlakten van den grooten spiegel evenwijdig zijn, door op het land eenen grooten hoek van twee zeer duidelijke voorwerpen te meten. (¹) Namelijk, na dat het werktuig zooveel mogelijk behoorlijk gesteld is, bepaalt men door eenige waarnemingen de grootte van eenen hoek, en vervolgens maakt men de schroef los, die het kastje van den grooten spiegel vasthoudt, en keert den spiegel om, dat is, men brengt de bovenzijde van den spiegel naar het vlak van het werktuig, waarna de spiegel weder behoorlijk vast en loodregt op het vlak van het werktuig gesteld wordt, en de meting van denzelfden hoek op dezelfde plaats wordt herhaald. Als nu de hoeken bij de beide metingen gelijk zijn, zoo zijn de spiegelvlakken evenwijdig; heeft er echter eenig verschil plaats, zoo zijn die vlakken niet evenwijdig. Nemen wij aan, dat men tien metingen heeft gedaan, en dat men bij de eerste metingen gemiddeld 92° 58′ 3″ en bij de tweede 92° 58′ 9″ voor de grootte van den hoek had gevonden; zoo zoude dus de spiegel in den eersten stand de hoeken iets te klein en in den tweeden iets te groot geven; het halve verschil dezer hoeken (92° 58′ 9″ — 92° 58′ 3″ = 6″ : 2) is 3″, zijnde de feil van den grooten spiegel, die men moet bijtellen, als de spiegel den eersten stand heeft, en aftrekken, als de spiegel den tweeden stand erlangt, en dit geeft, in dien zin toegepast, voor den gezochten hoek 92° 58′ 6″. De feil des grooten spiegels nu voor 93° (nagenoeg gelijk aan 92° 58′ 6″) bekend zijnde, kan men de vereffening voor andere hoeken door Tafel XXXIII berekenen.

Zijn de spiegels van hun verfoeliesel ontdaan, zoo kan men daardoor naar eenen gespannen draad zien, en als nu het onmiddellijk te ziene deel van den draad volkomen eene lijn vormt met dat gedeelte, dat men door het glas ziet, zoo kan men ook hieruit besluiten, dat die glazen goed zijn. Elk doorschijnend stuk glas, waarvan de zijden vlak en evenwijdig moeten zijn, kan men ook aldus onderzoeken:

(¹) Borda, *Description et usage du circle de reflection.* 4e Edit. p. 24.

neem eenen goeden met kruisdraden voorzienen verrekijker, stel dien op of naar eenig ver afgelegen en wel verlicht voorwerp, en rigt hem zoodanig, dat zich dat voorwerp juist in de snijding der draden bevindt; als men nu voor dien verrekijker, in die rigting gesteld, het ongekleurde of gekleurde stuk glas plaatst, dat men wil onderzoeken, zoo moet het voorwerp, bij goede vlakke glazen, steeds onveranderlijk in de snijding der draden blijven, dat is, het stuk glas moet, hoe men het ook plaatse, wende of omkeere, geenen invloed op den stand van het voorwerp, ten aanzien der draden, uitoefenen.

Over den Artificiëlen horizon.

§ 412. De hoogten, die men aan boord van een schip of op zee neemt, zijn allen op de zigtbare kim of zee-kim, en worden, door toepassing der kimduiking (§ 231), tot den schijnbaren horizon herleid. Wenscht men door eenen octant of sextant, bij gebrek van eene zeekim, toch de hoogte van eenig hemelligchaam te bepalen, zoo maakt men gebruik van een werktuig, *kunstkim* genoemd.

Als men bij geheel stil weder de zon of eenig ander hemelligchaam in het water ziet, heeft men twee zigtbare hemelligchamen, namelijk: een onmiddellijk te zien aan den hemel en een teruggekaatst in het water. Als nu de boog of afstand tusschen die twee hemelligchamen door een onzer werktuigen wordt bepaald, zoo is *de helft hiervan de hoogte van het hemelligchaam boven den schijnbaren horizon, en dus de hoogte vrij van de kimduiking.* Daar echter in de meeste gevallen een zoodanig stil water of waterspiegel ontbreekt, heeft men hierin trachten te voorzien, door het zamenstellen van eene *kunstkim* (*artificiële horizon*). Van deze werktuigen telt men voornamelijk twee soorten, als 1°. een bakje, dat men met eenige vloeistof vult, of 2°. een volkomen vlak stuk gekleurd glas, dat door een waterpasje volmaakt horizontaal geplaatst kan worden. Het bakje wordt gemeenlijk met kwik of olie gevuld, en vervolgens om alle werking van den wind te weren, door een klein schuins dakje, met glas of beter moscovisch glas voorzien, gedekt. Het vlakke stuk glas, of dat der tweede soort van kunstkimmen, is gevat in een koperen vierkant of rond, 140 tot 150 centimeters in oppervlakte groot. Door eenige schroeven in het koperen monteersel kan het glas, door behulp van een waterpasje, in den waterpas stand gesteld worden. Het glas in dezen stand zijnde, komt het, ten aanzien van een volkomen terugkaatsend vlak, overeen met een horizontaal vlak van eenige vloeistof. Om door middel van eene zoodanige kim de hoogte van eenig hemelligchaam te bepalen, plaatst men het bakje met de vloeistof op eenen kleinen afstand vooruit, echter zoo veel mogelijk op eenen stevigen grond, want de minste dreuning geeft eene trillende beweging aan het kwik en dit alsdan onvolkomene beelden; gebruikt men het vlakke glas, zoo stelt men dit vooraf volkomen waterpas, en na de waarneming onderzoekt men op nieuw, door het waterpasje, of het glas den horizontalen stand heeft behouden. Na eene behoorlijke plaatsing kan men in de kwik- of glaskim het hemelligchaam terug gekaatst zien. Het oog wordt nu met den verrekijker gerigt op het beeld in de kim, en verder op de

gewone wijze de afstand bepaald tusschen het onmiddellijke en het teruggekaatste hemelligchaam. De helft van den hoekigen afstand is nu de onderrands schijnbare hoogte, als de afstand tusschen de naaste randen bepaald is, en daarentegen de bovenrands hoogte, in geval de verste rands afstand is genomen. Bij het gebruik van eenen verrekijker, die de voorwerpen omkeert, heeft het omgekeerde plaats. Stellen wij tot nadere opheldering van het gezegde, dat AB, fig. 17, de doorsnede voorstelt van het vlak van de kunstkim, dat de waarnemer met zijn oog in O geplaatst en Z het hemelligchaam is; de waarnemer zal dan dat hemelligchaam, eene ster of de zon, volgens den straal ZC op AB komende, in de rigting van OCZ', zoo veel achter het spiegelvlak zien, als het hemelligchaam van dat vlak verwijderd schijnt te zijn, of ook $\angle ZCA = \angle OCB$ (§ 393) en $\angle OCB = \angle ACZ'$ en mitsdien $\angle ZCA = \angle ACZ'$; dus deelt AB den $\angle ZCZ'$ midden door, of $\angle ZCZ'$ is gelijk aan het tweevoudige van de schijnbare hoogte of aan den $\angle ZCA$. Met eenigen grond kan men hier echter aanmerken, dat men niet den $\angle ZCZ'$, maar eigenlijk den $\angle ZOZ'$ meet; dan reeds vroeger is bewezen (§ 53), dat van den driehoek ZCO de buitenhoek $ZCZ' = \angle COZ + \angle CZO$, en dus is het verschil der hoeken ZCZ' en ZOZ' gelijk aan den $\angle CZO$, die, in aanmerking van de grootte der zijden ZC en ZO in vergelijking van de zoo kleine zijde CO, zeer gering is; in het dadelijke geval zijn de zijden ZC en ZO eenige duizende mijlen, terwijl de zijde OC of de afstand, dien het oog tot de kunstkim heeft, slechts eenige palmen is. Uit het gezegde volgt dus nog, dat men zich op geenen te grooten afstand van het spiegelvlak plaatsen moet; door de kunstkim een weinig te doen rijzen, kan men dien afstand steeds verkleinen.

§ 413. Gaarne erkennen wij weinig waarde te stellen in de beschrevene glas- en kwik-kunstkimmen, en toegestemd, dat men een volkomen vlak glas met uitmuntende schroeven en waterpas bezat, zoo zal men steeds veel moeite ondervinden, om het vlakke glas volkomen horizontaal te stellen en gedurende de waarnemingen in dien stand te behouden. Ook is het kwik voor de kunstkim te gevoelig, en de minste beweging deelt daaraan eene trilling mede, die dan de beelden onzuiver en de waarneming onzeker maakt.

Met veel nut zal men olie en kwik door teer vervangen; deze meer dikke vloeistof is minder aan trilling onderworpen. Wij voor ons doen het met teer gevulde horizons bakje drijven in een ander iets grooter bakje, mede met teer voorzien; hierdoor wordt de beweging aan het buitenbakje, door deze of gene schudding veroorzaakt, als opgevangen in de teer van den buitenbak, en gaat de trilling niet of zeer verminderd in het eigenlijke horizons bakje over. Men zorge echter het teer eenigen tijd, vóór dat men dit wil gebruiken, in het genoemde bakje te doen, en men zal de luchtbelletjes, die zich bij het uitstorten van het teer op de oppervlakte vertoonen, spoedig zien verdwijnen, en eindelijk het teer een volmaakt terugkaatsend vlak zien daarstellen.

§ 414. De Engelsche *Commander* ter zee A. B. BECHER heeft voor eenige jaren eene geheel andere soort van artificiëlen horizon uitgevonden of daargesteld. In plaats van de kunstkim geheel afgezonderd van den waarnemer of zijn werktuig te stellen, heeft de Heer BECHER een werktuigje uitgedacht, dat aan den sextant aangebragt, en onder het waarnemen zelf, als in den verrekijker, zijnen eigenen horizon daarstelt. Deze toestel bestaat, als voornaamste deel, uit eene koperen buis *ab*, fig. 18. Bij *bc* bevindt zich eene gewone linze, *ed* is eene vlakke of plano glazen schijf, *waarop bij i eene fijne lijn getrokken is*, die wij *horizonslijn* zullen noemen; *ak* is eene vlakke ronde matgeslepene glazen schijf. Het gedeelte *fghi* is het belangrijkste van dit werktuig, en bestaat uit een geheel, door den uitvinder, *pendulum* of *slinger* genoemd. Deze slinger heeft bij *f* zijn gewigt of zwaarte, rust in de buis bij *g* op een fijn stalen stiftje, en is bij *g* van een agaten dopje voorzien; verder vindt men daaraan den arm *gh*, die aan het einde een koperen schermpje *ih* heeft. Als nu deze buis *ab* zich volkomen horizontaal bevindt, en het geheel goed is ingerigt, zal de bovenzijde van het metalen schermpje *ih* volmaakt overeenstemmen met de *genoemde fijne lijn in de glazen schijf ed*. Of, men stelt regthoekig op de gezigts as *lm* van den verrekijker, in het vlakke glas *ed*, de fijne horizonslijn; aan den arm *gh* van den slinger *gf* brengt men een klein metalen schermpje *ih*, dat zoodanig geplaatst moet worden, dat, als de slinger regt hangt, zich de bovenzijde van het schermpje bij *i* volkomen waterpas bevindt, en overeenkomt of inéénvalt, met de fijne lijn, in het glas *ed* getrokken. Heeft men nu een en ander in die buis zoodanig ingerigt, en ziet men nu door deze, zoo kan men, de buis bewegende, eindelijk die overeenstemming daarstellen, en alsdan aannemen, dat *lm*, alsmede de lijn op het glas *ed* evenwijdig zijn aan den horizon, en deze laatste als op het matte glas *ak* is afgebeeld. In het schermpje is eene kleine insnijding; bijvoorb., stel, dat *cd*, fig. 20, de bovenzijde van het schermpje voorstelt, zoo heeft men bij *l*, die insnijding; noemen wij nu *ab* de meergemelde fijne- of horizonslijn, zoo zal men, als men door de buis ziet, en deze niet horizontaal is, het schermpje *cd* niet met *ab* in één zien, en dus eenen hoek met die lijn zien maken.

Het verklaarde is de grondslag van den BECHER's *pendulum-horizon*. Het geheel, van dezen door den Heer BECHER aan den sextant toegevoegden toestel, bestaat uit de volgende stukken, als: *ab*, fig. 19, is de reeds omschrevene koperen buis, die met eene schroef en twee pennen, die zich achter in het stuk *no* bevinden, voor den kimspiegel van den sextant wordt aangebragt. Brengt men nu den verrekijker op de gewone plaats van het instrument, zoo zal men, door den kimspiegel en de koperen buis ziende, het schermpje met zijne inkeping zich met snelheid in de buis zien bewegen, en zich in betrekking tot de horizonslijn in verschillende standen zien stellen; neemt het schermpje, bijv., den stand aan van *cd*, fig. 20, zoo moet men den sextant iets meer regt houden, tot dat het schermpje en de horizonslijn zich vereenigen, zoo als bij *fg*; men brengt nu, het instrument in dien stand houdende, het hemelligchaam *h*, waarvan men de hoogte wil meten, op de lijn *ik*. Bij *s*, fig. 19, vindt men buiten voor de buis een schuifje, dat men iets op of neer kan schuiven, waardoor men het invallende licht in de buis iets kan matigen, als het hemelligchaam, dat men

wil waarnemen, soms slechts flaauw zigtbaar mogt zijn. Verder is aan de buis aangebragt een kegelvormig kokertje *cd*, dat achter de buis beneden *a* met een schuifje aan deze is vastgemaakt; hierin doet men eenige olie; als nu de slinger in de olie hangt, belet dit niet, dat deze zich steeds loodregt plaatst, doch de slingerende beweging van den slinger zal daardoor aanmerkelijk verminderd worden, en dan bij eene mindere of matige beweging van het schermpje zullen de lijnen spoedig in één gebragt kunnen worden. Om alle aankleving van de slingerzwaarte tegen de binnenzijde van het oliekokertje *cd* te beletten, zorge men, dat er zooveel olie in is, dat het gewigt van den slinger geheel onder de olie is. Als men eene waarneming met dezen pendulum-sextant gedaan heeft, houdt men het werktuig achterover, om de verdeeling op den boog te kunnen aflezen; om nu geene olie te storten, is het kokertje *cd* van binnen met een buisje voorzien, en loopt de olie bij de achteroverhelling in een vergaarkamertje *ef*, achter het kokertje aangebragt. Om van dit werktuig ook bij nacht gebruik te maken, is het eindelijk nog voorzien van eene lantaarn *g*, die in den beugel *pqr* hangt, en waarmede dit lantaarntje achter aan het genoemde oliekamertje *ef* wordt vastgemaakt of ingezet. De lantaarn is van eene linze *lm* voorzien en verder nog van een groen vlak glas *ik*. Is het licht soms te sterk, zoo verdunt men de pit of plaatst men een stukje dun papier tusschen de genoemde glazen *lm* en *ik*, waartoe dit laatste glas kan los geschroefd worden.

§ 415. Om nu eene waarneming met deze soort van sextanten te doen, neemt men het olie-kokertje, dat men van zijn deksel ontdoet, en ziet of er olie genoeg in is; verder plaatst men den slinger in het kokertje en dit op zijne plaats, vervolgens de buis behoorlijk achter den kimspiegel, en de waarneming wordt op de gewone wijze verrigt, dat is, men ziet door den regtzienden of omkeerenden verrekijker, en brengt de bovenlijn van het schermpje *ih*, fig. 18, met de horizonslijn in *ed* in behoorlijke vereeniging, en het hemelligchaam alsdan boven de insnijding op de laatst gen. lijn, zoo als bij *h*, fig. 20, is afgebeeld, en de aanwijzing op den rand van het werktuig zal de rands hoogte van het hemelligchaam boven den schijnbaren horizon zijn.

§ 416. Het door ons veronderstelde volkomen horizontaal zijn, wordt zelden volmaakt bereikt; of de gezigts as van de buis *ab*, of het hangen van den slinger laat dikwijls iets te wenschen over, dit geeft dan aanleiding tot eene kleine afwijking van de lijn *lm*, fig. 18, van den waren horizon; die afwijking is echter bestendig, en als eene vaste grootheid aan te merken. Ten einde de grootte dezer afwijking te bepalen, meet men met eenen goed gestelden sextant de hoogte van eenig punt of hemelligchaam boven de gewone kim, en te gelijker tijd de hoogte van dat punt door een' sextant met den slinger-horizon; als men nu de hoogte boven de natuurlijke kim van kimduiking verbetert, zoo verkrijgt men eene schijnbare hoogte, die met de hoogte van den pendulum-sextant moet overeenstemmen, en de afwijking of het verschil in deze is de correctie van den sextant met den pendulum-horizon, bijvoorb.:

	$\underline{\odot}^{s}$ Hoogten met den pendulum-horizon:	$\underline{\odot}^{s}$ Hoogten op de gewone kim; het oog 6,6 el hoog:
	34° 10′ 20″	34° 16′ 25″
	34. 18. 20	34. 24. 26
	34. 26. 00	34. 32. 06
	34. 32. 20	34. 38. 27
	87′ 0″	111′ 24″
4)	34° 21′ 45″	34° 27′ 51″
kimduiking voor 6,6 el, uit Tafel XVII, =		— 4. 33 ,3
gew. index-corr. van den sext. zonder slinger =		+ 0 ,2
$\underline{\odot}^{s}$ schijnb. hoogte . . . . =		34° 23′ 17″,9
» » » volgens den pendulum-hor. =		34. 21. 45 ,0
		+ 1′ 32″,9 ; dus is de

correctie van den sextant met den slinger horizon bestendig groot + 1′ 32″,9 ; het is duidelijk, dat hierin tevens vereenigd is de index-correctie, die de sextant met de slingerkim nog afzonderlijk mogt hebben.

Besluiten wij deze mededeeling over den pendulum-horizon met het volgende voorbeeld naar den Heer BECHER.

Voorb. Men heeft in de Golf van *St. Laurens* de volgende waarneming gedaan aan boord van het schip *Cornwalles:*

	Pendulum-horizon.		Zee-horizon.
$\odot^{s}$ Onderrands hoogte	57° 58′ 0″		57° 58′ 30″
correct. pendul. horiz.	— 6. 56	index-correctie	— 1. 0
	57° 51′ 4″		57° 57′ 30″
$\odot^{s}$ ½ middellijn . . .	+ 15. 48		+ 15. 48
	58° 6′ 52″		58° 13′ 18″
straalbuig. min par. .	— 31	kimd., str. en par.	— 5. 41
$\odot^{s}$ ware hoogte . . .	58° 6′ 21″		58° 7′ 37″
» toppunts afstand .	31° 53. 39″		31° 52′ 23″
» declinatie	15. 53. 2		15. 53. 2
breedte N.	47° 46′ 41″		47° 45′ 25″.

§ 417. De voormelde Heer BECHER heeft ons later nog eene andere soort van kunstkim zijner vinding doen kennen. Dit werktuigje bestaat uit eene glazen buis *a b*, fig. 19′, vierkant gebogen; zij is voor de helft gevuld met kwik; *a b* stelt ons de buis voor op zijde gezien, en *c d*, zoo als zij zich voordoet, als men haar van achteren ziet, waaruit blijkt, dat de buis *b* uit twee buizen bestaat, die zich onder en boven weder in ééne buis vereenigen. Deze kunstkim kan om den kimspiegel op het raam van den sextant door eene schroef worden vastgemaakt. Door de vrije beweging van het kwik, door den geheelen omtrek der buis, zal deze vloeistof zich in de drie buizen van dit glazen vierkant, daartoe regt gehouden, steeds nagenoeg in

hetzelfde horizontale vlak plaatsen. Is de sextant goed gesteld en de kunstkim in hare plaats op den sextant, door de bij *e* zich bevindende schroef, vastgeschroefd, zoo is het werktuig geschikt, om daarmede hoogten te nemen; de waarnemer zorge dan, dat de gezigtslijn van zijn oog in O, fig. 11 geplaatst, zich volkomen vereenige met de drie oppervlakten van het kwik, en dat het hemelligchaam, volgens fig. 19′, zich juist op de oppervlakte van het kwik tusschen de twee achterbuizen van de kunstkim *c d* bevindt.

Door de ongelijkheid der wijdte van de buizen, doet de capillariteit (1) de oppervlakten van het kwik iets onderscheiden in hoogte zijn. Dit is echter eene feil, die, zoo lang de kunstkim dezelfde blijft, niet in grootte verandert. Door eenige hoogten te nemen met een goed gesteld instrument op eene gewone kunstkim en door een instrument met deze kunstkim voorzien, kan deze vereffening bepaald worden. Volgens gedane waarnemingen is voor deze correctie soms + 3° gevonden.

In het *Nautical Magazine*, jaarg. 1854, vindt men een rapport van den Engelschen *Commander* W. HEWETT over deze kunstkim, dat zich gunstig over deze vinding uitlaat. Het zal wel schier niet behoeven opgemerkt te worden, dat oefening en handigheid hier groote vereischten zijn, en dat, zoo de correctiën voor deze kunstkimmen-sextanten van den Heer BECHER met naauwkeurigheid bekend of bepaald zijn, deze soort van kunstkimmen inderdaad belangrijke waarden bezitten en zelfs grootere hoogte-metingen toelaten, dan de gewone kunstkimmen los op den grond geplaatst.

VIERDE AFDEELING.

Thermometer, Psychrometer, Areometer, Barometer, Sympiesometer en Aneroïde-Barometer.

1°. *De Thermometer.*

§ 418. De warmte heeft even als alle verschijnselen eene oorzaak; deze oorzaak of natuurwerking wordt *warmtestof* genoemd; of die oorzaak bepaaldelijk eene stof of kracht zij, is eene zaak, die wij hier niet zullen behandelen, en ons slechts alleen tot aanduiding dier oorzaak van het woord *warmtestof* blijven bedienen. De betrekkelijke toestand der warmte wordt *temperatuur* geheeten; bij vermeerdering van warmte, zegt men, *dat de temperatuur zich verhoogt of toeneemt*, en omgekeerd, bij vermindering, *dat zij zich verlaagt of afneemt*. Eene verhooging van temperatuur wordt, in de zamenleving te kennen gegeven, door te zeggen, dat het warmer wordt daarentegen zegt men, dat het kouder wordt, als de temperatuur lager wordt. Een

(1) Door *Capillariteit* verstaat men die natuurwerking, die de vloeistoffen, vervat in eenige buis, iets verhoogt of verlaagt in betrekking tot den horizontalen stand, dien deze vloeistoffen zouden moeten hebben zonder de buis. Plaatst men, bijv., eene open glazen buis in een bak met kwik, zoo zal dit, volgens de hydrostatica, binnen en buiten de buis op gelijke hoogte moeten staan; dit heeft echter niet plaats. Het kwik in de buis staat lager, dan het kwik in de bak, en dit verschil wordt grooter naar mate de buis naauwer is; het is dus duidelijk, dat de capillariteit bij de ongelijkheid van de binnenvlakte-doorsneden der drie buizen ook op de standen van het kwik moet werken.

volstrekt gemis van alle warmtestof zoude men *koude* kunnen noemen; daar wij echter de uiterste grens der koude noch die der warmte kennen, zoo kunnen wij dus de juiste maat voor de warmtestof niet leeren vinden, of de uiterste temperaturen bepalen.

§ 419. Eene verhooging of vermeerdering van warmte zet de ligchamen uit, of doet hen, met uitzondering van slechts enkele, in grootte of omvang toenemen. Is een metalen bal, bijv., slechts iets kleiner dan een metalen ring, zoo zal die bal door den ring kunnen gaan; verwarmt men nu dien bal, zoo zal hij niet meer door den ring kunnen, maar daarop blijven liggen, tot zoo lang hij zijne vroegere temperatuur heeft herkregen, wanneer hij weder door den ring zal kunnen. Op gelijke wijze zijn alle onze werktuigen, als de sextant, octant, de kompassen en andere voorwerpen, bij verandering van temperatuur aan eenige verandering in grootte onderworpen, doch in geene der zeevaartkundige werktuigen zoude de verandering van temperatuur meer merkbaar zijn, en nadeeliger gevolgen hebben, dan in de zee-horologiën of tijdmeters, zoo daarin niet door eene kunstige zamenstelling van die werktuigen ware voorzien (§ 284). Uit het aangevoerde volgt onder andere, dat men van houten octanten niet dan eenen zeer beperkten graad van naauwkeurigheid kan verwachten. — Deze uitzetting, bij verhooging van temperatuur, is in alle groote metalen werktuigen, en vooral bij die, welke van eenige aanmerkelijke lengte zijn, zeer belangrijk, en zoude bij eene nog grootere toepassing van ijzeren voorwerpen aan boord, wel eens, bij zeer aanzienlijke veranderingen in temperatuur, nadeelige gevolgen kunnen hebben. Ook de drupvormige vloeistoffen, als water, spiritus, enz., worden, en zelfs sommige zeer aanmerkelijk, door de warmtestof uitgezet, en kunnen geslotene ijzeren vaten gemakkelijk doen springen.

§ 420. Als men eene digt gemaakte glazen buis of *tube*, *adcb*, fig. 21, pl. III, van onderen met eenen bol of eene verwijde buis voorzien, voor een gedeelte met kwik gevuld, aan eene verhoogde temperatuur blootstelt, zal, zoo wel het glas als het kwik, zich uitzetten; het kwik echter veel meer dan het glas, en dit zal, naar gelang de temperatuur toeneemt, meer en meer in de buis rijzen, en mede, bij terugkeering tot de voorgaande temperatuur, meer of min snel, weder tot zijnen voorgaanden toestand of hoogte dalen. Die vermeerdering in rijzing of uitzetting van het kwik in *cda*, is niet alleen toe te kennen aan eene uitzetting van het kwik in de buis van *c* tot *d*, maar ook, en vooral, aan de groote hoeveelheid kwik, welke in den bol of de verwijde buis *cb* vervat is. Dit, daar omschreven werktuig, vermeerderd met eene schaal, om den stand van het kwik aan te duiden, is de *Thermometer* of *warmtemeter*. Brengt men dit werktuig in zuiver water met drijvend ijs, zoo blijft het kwik steeds op denzelfden stand der buis; wordt het echter in kokend water gebragt, alsdan rijst het kwik aanmerkelijk, en blijft, hoe sterk men het water ook tracht te doen koken, altijd op dezelfde hoogte in de buis staan. Deze twee hoogten van het kwik, in de glazen pijp *cda*, noemt men de *vaste punten* van den thermometer; die bij het drijvend ijs heet *vriespunt*, en de tweede hoogte, of die bij het kokend water, *kookpunt*.

De natuurkundigen van dezen tijd verdeelen veelal de tusschenruimte op de buis, of op eene daaraan vastgemaakte metalen plaat, tusschen de twee voormelde vaste punten in 100 gelijke deeltjes, en stellen dan *nul* bij het vriespunt en 100 bij het kookpunt. Deze deeltjes, graden genoemd, worden vervolgens ook boven en beneden de twee vaste punten, zoo ver de ruimte toelaat, voortgezet, en worden dan te zamen graden boven of beneden het vriespunt geheeten. Daalt nu het kwik beneden nul, bijv., tot op het vierde deeltje, zoo zegt men, *dat de temperatuur alsdan* 4° *beneden nul* is, dat men uitdrukt door voor die graden, beneden 0, het minusteeken (—) te stellen; de genoemde temperatuur van 4° *beneden nul*, wordt dus voorgesteld door — 4°. De temperatuur boven nul, zoude door het teeken + kunnen aangeduid worden; hiertoe is echter geene bepaalde behoefte, en geeft 5°, bijv., te kennen 5° *boven nul*. Het is van belang, dat wij doen opmerken, dat de thermometer niet aan zijne eigenlijke benaming van warmtemeter kan voldoen, maar dat hij slechts de betrekkelijke temperatuur te kennen geeft, ten aanzien van het water met ijs en het kokende water.

§ 421. Den Thermometer, dien wij tot hiertoe beschouwden, zullen wij thans in de volgende punten eenigzins nader in overweging nemen.

1°. Neemt men veelal kwik in de glazen buizen. Het kwik zet spoedig en veel uit; de minste verandering in warmte heeft daarop dadelijk invloed, en de zilver kleur geeft aanleiding, dat men die uitzetting of de hoogte van het kwik, hoe fijn soms ook de binnenbuis of tubus is, steeds gemakkelijk kan zien. Water zoude in dit opzigt niet voldoen, en even als vele andere vloeistoffen met den tijd meer of min onrein worden.

2°. De glazen pijp moet een' ronden of beter een' langwerpigen bol *bc*, fig. 21, hebben, en tevens fijn van binnenbuis zijn. De binnenruimte of doorsnede van den thermometer is veelal rond, somtijds, om des te meer vlakte voor het gezigt te hebben, elliptisch; de eerste kunnen gemakkelijker vervaardigd worden, en zijn dus veelal meer naauwkeurig, en mitsdien boven de tweede soort te verkiezen. Voor weerkundige waarnemingen behoeft de verdeeling zich niet tot het kookpunt uit te strekken, en zal eene verdeeling van — 10 à — 8 tot 44° der honderddeelige schaal wel genoegzaam zijn. De glazen bol, zoo mogelijk eenigzins langwerpig, moet eene middelmatige grootte hebben; is hij te klein, zoo zullen de graden al ligt te klein worden, is daarentegen de bol aanmerkelijk groot, dan zal er eenen geruimen tijd verloopen eer de temperatuur zich door de geheele massa kwik zal hebben verspreid, en dus de temperatuur niet voor hetzelfde oogenblik door zulken thermometer worden aangewezen.

3°. Veelal worden de graden niet op de buis zelve, maar op de aan deze vast gemaakte glazen, koperen of andere metalen plaat gegraveerd, of ook soms het werktuigje van eene papieren schaal voorzien.

§ 422. De thermometerpijp moet van binnen in hare geheele lengte gelijke ronde ruimte hebben; te dien aanzien dient men op den vervaardiger van den thermometer te vertrouwen, dewijl het onderzoek, of die ruimte wel overal gelijk is, dient te geschieden, vóór dat de buis met kwik gevuld wordt.

Om het kwik zoo zuiver mogelijk in de buis te hebben, en dit metaal, zoowel als de binnenzijde der buis, van alle waterdeelen te ontdoen, kookt men het kwik in de buis of pijp, d.i., men brengt deze, nog bij *a*, fig. 21, open zijnde en voor een gedeelte met kwik gevuld, boven of in het vuur tot dat het kwik begint te koken; nadat dit nu eenigen tijd in dien kokenden staat geweest is, zullen alle waterdeelen in dampen de buis, bij *a*, ontvloden zijn; vervolgens stelt men de buis, waarin het kwik alsdan zeer hoog gerezen is, in de vlam van eene glasblazers lamp, en sluit of drukt het glas ter hoogte van het kwik digt. De buis wordt nu aan eene langzame bekoeling blootgesteld, welke het kwik ook allengskens zal doen dalen, en waardoor dan boven het kwik in de glazen thermometerpijp een ijdel zal ontstaan. Deze nu aldus met kwik voorziene pijp wordt dan achtervolgens in het vriezende en kokende water gebragt, en de twee vaste punten (§ 420) bepaald, waarna de tusschenruimte tusschen die twee punten verdeeld en de gradenschaal voltooid wordt. Het kookpunt is voor alle plaatsen en voor elken luchtdruk niet volstrekt op hetzelfde punt der buis gelegen, en alhoewel dit zeer weinig verschilt, en zelfs bij de meeste waarnemingen niet in aanmerking kan komen, zoo wilden wij evenwel deze waarheid niet onopgemerkt voorbijgaan. Een thermometer, naar de omschrevene wijze met alle zorg vervaardigd, kan standaard-thermometer worden genoemd, en naar deze andere vervaardigd worden, of met andere thermometers in water gedompeld ook dienen tot beproeving en onderzoek van dergelijke werktuigen.

§ 423. De verdeeling van den thermometer van 0 tot 100 deelen of graden wordt de *honderddeelige schaal* of *centi-verdeeling* genoemd; zij draagt ook den naam van CELCIUS verdeeling. REAUMUR verdeelde de tusschenruimte tusschen het vries- en kookpunt in 80 graden, terwijl FAHRENHEIT die in 180° heeft verdeeld, en bij het vriespunt niet *nul* maar 32° plaatste, waardoor, volgens zijne verdeeling, het kookpunt van het water [1] bij 212° en het nulpunt zijner schaal 32 zijner graden beneden het vriespunt komt. Op vele der tegenwoordige thermometers vindt men de honderddeelige en de FAHRENHEIT's verdeeling, en op sommige zelfs de drie genoemde schaalverdeelingen naast elkander geplaatst. Somtijds moet eene opgave van eene dezer verdeelingen in eene van de andere herleid worden, dat steeds door eene eenvoudige berekening kan geschieden.

De ruimte tusschen het vries- en kookpunt is, zoo als wij bereids deden opmerken, bij:

CELCIUS . . (C.) $= 100°$,
FAHRENHEIT (F.) $= 212° - 32° = 180°$, en bij
REAUMUR . . (R.) $= 80°$.

De graden van C. en F. staan dus tot elkander:

$$C. : F. = 100° : 180° = 5 : 9.$$

(1) Wij zeggen van kokend *water*, dewijl schier elke vloeistof op andere of op onderling verschillende temperaturen kookt.

1°. Om dus de graden naar CELCIUS, of de *honderd-* of *centi*-verdeeling, in die van F. over te brengen, heeft men: vermenigvuldig de graden met 9 en deel het product door 5, of vermenigvuldig met $\frac{9}{5}$, en tel bij de uitkomst op 32°. Wil men F. graden in de centi-verdeeling overbrengen, zoo trekt men 32° af van de F. graden en vermenigvuldigt de rest met $\frac{5}{9}$. De bijtelling of aftrekking, bij of van 32°, is een gevolg van het verschil in aanwijzing van het vriespunt bij C. en F. Stel, men heeft 20° F., en wenscht die in de centi-verdeeling over te brengen, zoo heeft men: $32° - 20°$ of 12° beneden het vriespunt, en dit geeft $12 \times 5 : 9 = -6°,67$ bij C. Is de temperatuur $-40°$ F., zoo heeft men: $-40°$ plus 32° is 72° beneden het vriespunt, en dus $72° \times 5 : 9 = -40°$ centi-verdeeling.

2°. Voor C. en R. heeft men:

$$C. : R = 100° : 80° = 5 : 4,$$ en dit zegt:

De centi-graden met $\frac{4}{5}$ vermenigvuldigd geven graden naar R., en de R. graden met $\frac{5}{4}$ vermenigvuldigd, weder graden naar de centi-verdeeling.

3°. $$F. : R. = 180° : 80° = 9 : 4.$$

dus $$F. = \tfrac{9}{4} \times R. \text{ en } R. = \tfrac{4}{9}\ F.$$

Waarbij dan ook weder het verschil van het vriespunt of de 32° in acht genomen moet worden.

De Tafelen XXA en LII der *Verzameling* bevatten eene vergelijking der gezegde drie schaal-verdeelingen, en door deze zullen veelal met genoegzame naauwkeurigheid de overeenstemmende graden dezer verdeelingen bepaald kunnen worden.

§ 424. Enkele thermometers zijn met gekleurde alcohol gevuld; om hunne meer gelijkmatige uitzetting verkiezen wij echter de kwikthermometers, en alleen op zeer hooge breedte zoude men aan de alcohol-thermometers de voorkeur dienen te geven, dewijl men aldaar zulke lage temperatuur kan aantreffen, dat het kwik bevriest, iets dat bij de alcohol niet ligt zal kunnen plaats hebben.

§ 425. Voor de plaatsing van eenen thermometer aan boord willen wij ongaarne eene vaste plaats voorstellen, en liever in het algemeen opmerken, dat men dit werktuig zoodanig hangen moet, dat het zoo veel mogelijk beveiligd is tegen alle afstralende warmte, onmiddellijke zonneschijn, of terugkaatsing van zonnestralen, en tegen regen of uitdamping van eenige vochtige voorwerpen, enz.; hierbij zorge men echter in geen tegenovergesteld uiterste te vervallen, door den thermometer in eene te veel afgeslotene ruimte te plaatsen, en daardoor den vrijen toegang der lucht tot dit werktuig te beletten, waardoor men dan wel de temperatuur dier ruimte, doch niet die van de opene lucht zoude verkrijgen.

§ 426. Wil men de thermometer-waarnemingen met eenige wetenschappelijke waarde mededeelen, zoo moet men daarbij de gewone opgaven van het bestek voegen, alsmede de rigting en kracht des winds, en de hoogte van de plaats der waarneming boven de zee doen kennen. Het is toch genoegzaam bekend, dat de temperatuur niet alleen afhangt van de ligging der plaats, ten opzigte van de linie, maar ook ten aanzien van de hoogte, en, naar mate de breedte of de hoogte van de plaats der waarneming toeneemt, vermindert de temperatuur. — Men behoeft ook slechts kort dergelijke waarnemingen te hebben gedaan, om te zien, dat er op een' en denzelfden dag soms zeer aanmerkelijke verschillen plaats hebben. Zoo dit kan, doet men voor elk etmaal den hoogsten en laagsten stand van den thermometer kennen; het gemiddelde uit deze twee kan men niet als den gemiddelden dagelijkschen stand van den thermometer aanmerken; te dien einde zoude men van uur tot uur of om andere kleine tijdruimten, bijv., bij het begin of einde van elke wacht den thermometer kunnen waarnemen, en hieruit het gemiddelde als het gemiddelde van de hoogte van den thermometer voor het verloopene etmaal kunnen aannemen, als men namelijk gedurende dat etmaal op dezelfde plaats was gebleven. Op die wijze de gemiddelde dagelijksche temperatuur bepaald hebbende, kan men door deze, zoo men lang op eene plaats blijft, weder, door het midden te nemen van alle dagelijksche gemiddelde temperaturen, tot de gemiddelde maandelijksche temperatuur, en weder door deze tot de jaarlijksche geraken. Op onze noordelijke streken komt de jaarlijksche temperatuur zeer na overeen met de gemiddelde van de maand october.

§ 427. De weerkundigen of *meteorologen* noemen de lijn, die door de plaatsen gaat, die alle gelijke temperatuur hebben, *isothermische-lijn;* hetzij verre, dat de isothermische-lijnen evenwijdig zijn of gelijk loopen aan de breedte-paralellen. De strook lands, die tusschen twee isothermische lijnen gelegen is, wordt *isothermische-band* of *zône* genoemd.

§ 428. Als de thermometer daartoe is ingerigt, kan men daarmede de temperatuur der zee waarnemen; ook met gewone thermometers, mits geene ongedekte papieren schalen bezittende, kan de temperatuur aan de oppervlakte der zee bepaald worden, door slechts eene puts met water te scheppen, en daarin den thermometer, vooral den bol, eenigen tijd rond te voeren. De thermometer, welken men wenscht te bezigen tot het bepalen van de *temperatuur der zee op eenige diepte*, moet in een' koker gedaan kunnen worden, waarin het water bij het zinken eenen vrijen doorgang heeft, en die bij het ophalen, het water, door het digt vallen en sluiten van kleppen, niet weder verliest, maar bij het bovenhalen met zich brengt. Als nu een zoodanige *zee-thermometer*, in 10, 20 of meer vademen diepte wordt nêergelaten, zal bij het zinken, het water, door de opene kleppen door den koker naar boven stroomen. Wordt nu, bijv., op 30 vademen diepte het uitloopen der lijn gestopt, zoo is de koker gevuld met water van 30 vademen. Bij het ophalen van den koker sluiten zich de kleppen, en men haalt, zoo het werktuig goed te zamengesteld is, water op van eene diepte van 30 vademen. Wordt nu de koker geopend, en zooveel mogelijk de thermometer in het water van het werktuig waargenomen, of afgelezen terwijl de bol van den thermometer zich nog in het water bevindt, zoo kan men daardoor de temperatuur bepalen van het water, dat men ter diepte van 30 vademen of welke diepte ook heeft opgehaald.

Het nederlaten van den zee-thermometer moet langzaam geschieden, vooral nabij de diepte, die men verlangt te onderzoeken, en het is naar ons inzien zelfs aan te raden, het werktuig op die diepte eenigen

tijd te doen verblijven, ten einde de thermometer goed op de hoogte van de temperatuur te doen komen; het ophalen en vervolgens het aflezen moet echter met gepaste snelheid afloopen.

§ 429. Is de thermometer zoodanig ingerigt, als in de voorgaande § in het algemeen is omschreven, zoo is hij geschikt om de temperatuur van het zeewater aan de oppervlakte en in verschillende diepten waar te nemen, en kan hij, vooral bij de steeds meerder toenemende kennis van de zee-stroomen, den zeevarenden van zeer veel dienst zijn. Eene aanmerkelijke verandering in de temperatuur der zee, geeft eene nadering van land, het aanwezen van eene bank, eene droogte, de nabijheid van ijs of ijs-eiland, of eenen stroom te kennen, die van streken komt, die eene hoogere of lagere temperatuur hebben. In § 336, enz. hebben wij iets betrekkelijk de stroomen medegedeeld; de thermometer is juist het werktuig, dat hierin van groote dienst kan zijn, en zal zeker eenmaal bij meerdere kennis van de natuurkunde der zee, een zeer belangrijk en onmisbaar werktuig worden.

2°. *De Psychrometer.*

§ 430. *De Psychrometer* is een werktuig, dat uit twee gelijksoortige thermometers bestaat. De bol van den eenen is omwonden met een lapje mousseline, dat in een daaronder staand bakje met water afhangt; hierdoor is die thermometer bol steeds vochtig. Van deze twee gelijke thermometers, die aan een' standaard bij elkander gesteld zijn, heet de eene bol, zonder eenig omkleedsel, de *drooge bol*, en de andere, of de omkleede, en door het optrekkend water bevochtigde, de *natte bol;* de verdamping, die de natte bol gestadig ondergaat, veroorzaakt eene verkoeling bij dien thermometer, die door de aanwijzing of verlaging van zijne temperatuur wordt aangetoond. Hoe drooger de lucht is, des te grooter zal het verschil zijn in temperatuur-aanwijzingen van den droogen en natten bol. Door dit verschil wordt, door daarvoor berekende tafelen of formulen, de vochtigheid van den dampkring bepaald, die zulk eenen belangrijken invloed heeft op de luchtdrukking en dus ook op den toestand van het weer.

Als het gezegde lapje om den bol niet genoegzaam water heeft opgenomen, moet die bol met eenig water voorzien, of vochtig gemaakt en eenigen tijd met waarnemen gewacht worden, tot dat de uitdamping behoorlijk een' aanvang heeft genomen; intusschen zorge men, dat de drooge bol geen afstralende warmte ontvangt, waardoor deze spoedig eene aanmerkelijke verhooging in temperatuur zoude kunnen ondergaan. Bij deze soort van waarnemingen moet de drooge bol het eerst met spoed afgelezen en de hoogten van beide thermometers tot op decimale deelen van graden bepaald worden. Is de thermometer tot beneden het vriespunt gedaald, zoo gaat echter de uitdamping nog voort, doch de verschillen zijn dan gering. Het bakje met water moet niet te digt bij den bol gesteld en ook niet de natte bol te veel met water omgeven zijn, ook moet de drooge bol genoegzaam ver van den natten bol verwijderd of daarvoor beschut zijn, om van zijne uitdamping geenen invloed te ondervinden, en overigens de beide thermometers door genoegzame opening eenen vrijen toegang aan den dampkring verleenen. (¹)

3°. *De Vochtweger.*

§ 431. Om het soortelijk gewigt van het zeewater te bepalen, maakt men gebruik van een werktuigje *areometer* of *vochtweger* genoemd. Het is een glazen buis of bol, die van onderen met een glazen bolletje met kwik, hagel of eenige andere zwaarte is voorzien, waardoor dit werktuigje zich regtstandig in eene vloeistof kan plaatsen. De glazen bol of buis eindigt van boven in een pijpje of steel, waarin zich eene kleine verdeeling of schaal bevindt. Plaatst men den vochtweger in zuiver gedisteleerd water, zoo daalt hij daarin, tot dat het getal 1000 der schaal aan de oppervlakte des waters komt. Wordt dit werktuigje in zeewater gesteld, zoo zal het gemiddeld bij 0° temperatuur op omstreeks 1030 blijven staan. Naar mate echter het zeewater meer of min zout in zich bevat, en de temperatuur van het water hooger of lager is, zal ook het genoemde getal een weinig gewijzigd worden. Om de steel dezer werktuigjes niet te lang te doen zijn, heeft men veelal twee vochtmeters, waarvan de eene schaal loopt van 1000 tot 1020 en de andere van 1020 tot 1040. Wil men bij deze bepaling ook de temperatuur van het vocht doen kennen, zoo dompelt men, te gelijk met den vochtmeter, zoo die aan den steel geen thermometertje heeft, eenen afzonderlijken thermometer in de vloeistof, en teekent bij de zwaarte van het zeewater, ook te gelijk zijne temperatuur op.

4°. *De Barometer.*

§ 432. De aarde is door eene fijne vloeistof, *lucht* geheeten, omgeven, die even als al het stoffelijke hare zwaarte heeft. Stelt men in een met eenige vloeistof gevuld bakje *e f g h*, fig. 22, eene bij *a* en *b* opene buis of pijp, zoo zal aanvankelijk de vloeistof in de buis met die in het bakje, met uitzondering van een zeer klein verschil door de capillariteit (§ 417), op gelijke hoogten staan; zoodra men echter op deze of gene wijze bij *a* de lucht uit die buis wegneemt, zal de vloeistof uit het bakje voor een gedeelte in de buis rijzen, bijv., tot *c*, en, bij eene volkomene luchtledigheid der buis, op die hoogte blijven staan. Deze proef kan op eene andere meer gemakkelijke wijze worden ingerigt. Men vult namelijk eene glazen pijp *a b*, die bij *a* gesloten is, met kwik, en houdt bij *b* den vinger voor die pijp, keert haar om, en stelt ze in een bakje met kwik; als nu de pijp daarin regtstandig is gesteld, en de vinger wordt weggetrokken, zoo zal het kwik bij *b* niet geheel uit de pijp loopen, maar ergens, bijv., op de hoogte van *c* blijven staan. — Neemt men eene bij *g* omgebogene

(¹) Zie verder over dit onderwerp, het *Universeel Extract-Journaal*, uitgegeven door het *Meteorol. Instituut*, bij KEMINK en ZOON, te *Utrecht*, p. 17; de *Psychrometer-Tafels*, te *Breda*, bij BROESE en c°.; als ook meer uitvoerig het werkje getit. *Practical Meteorology*, by JOHN DREW, *London*, J. VAN VOORST, 1855, p. 116.

pijp *a g f*, fig. 23, die bij *a* digt en bij *f* open is, en stellen wij, dat deze pijp van *a* tot *g* met kwik gevuld is, zoo zal, als men haar omkeert en regtstandig houdt, het kwik voor een gedeelte dalen, en bijv., tot *e*, in de opene pijp *g f* rijzen, en ter hoogte van *c* in *g a* blijven staan. Bij die omkeeringen der pijpen *a b* en *a g*, fig. 22 en 23, worden er in *c a* boven het kwik, binnen in de glazen tuben of pijpen van *c* tot *a*, luchtledige ruimten daargesteld. Het kwik, dat zich van *d* tot *c* in de pijpen bevindt, is nu in volkomen evenwigt of gelijk in zwaarte aan eene kolom dampkringslucht, die met de kwikkolom gelijke vlakke doorsneden heeft. De hoogten der kwikkolommen van *d* tot *c* hangen dus geheel af van de zwaarte der lucht; vermeerdert die zwaarte of de druk der lucht, zoo zal er ook eene meerdere drukking plaats hebben op het kwik, en die meerdere drukking zal zich doen kennen, door eene meerdere rijzing van de vloeistof bij *c*, en in dat geval door eene daling van de oppervlakte bij *d* of *e*, en omgekeerd, bij eene mindere drukking van lucht, zal er eene mindere drukking of zwaarte bij *d* of *e* op het kwik plaats hebben, dat dan ook weder eene daling van het kwik bij *c*, en dus ook rijzing bij *e*, fig. 23 en *d*, fig. 22 ten gevolge zal hebben. — Vult men de tot hiertoe gedachte glazen pijpen met water, zoo zal, bij eene gemiddelde zwaarte of drukking der lucht, die vloeistof tot op eene hoogte van ruim 10 ellen opgehouden worden. Gebruikt men kwik, dat nagenoeg 14 malen (of 13,596) zwaarder is dan het water, zoo zal dit ook slechts $\frac{1}{14}$ van die hoogte of nagenoeg 0,76 el of 28 oude duimen bereiken; d. i. bij eenen middelmatigen staat der lucht zal de hoogte der kwikkolom van *d* tot *c* in de beide glazen pijpen, gemiddeld genomen, aan de oppervlakte der zee, gelijk aan 76 nederlandsche duimen zijn.

§ 433. Het beschrevene toestel is het voornaamste gedeelte van den *barometer* (*zwaarte-meter*). Ten einde den afstand tusschen de twee oppervlakten van het kwik of van *d* tot *c* te weten, brengt men achter het bakje met de glazen pijp eene metalen plaat, waarop men eenige lengtemaat stelt, en waardoor dan de hoogte van het kwik of de lengte van *c d* op het gezigt bepaald kan worden. Men telt twee hoofdsoorten van kwik-barometers, als de *bak-barometers*, zoo als fig. 22 voorstelt en de *hevel-barometers*, als die van fig. 23. De barometer, fig. 23, die voornamelijk, even als de bak-barometer, voor land gebruik dient, is die naar GAY-LUSSAC. Hij bestaat uit de reeds verklaarde glazen pijp *f g a*; bij *e* en *c* worden twee maat-verdeelingen aangebragt, wier gemeenschappelijk nulpunt eenige duimen boven *d*, tusschen *d* en *a* gelegen is, en die van daar eene telling naar boven en beneden heeft, en het is door deze verdeeling, dat men den afstand der oppervlakten van het kwik van *e* tot *c* of de hoogte *d c* bepaalt. De hevel-barometer heeft voornamelijk dit voordeel, dat men niet alleen den stand van het kwik bij *c*, maar ook dien bij *e* gemakkelijk kan bepalen. Ook kan men deze barometers zonder gevaar voor het werktuig omkeeren, het kwik van *e* tot *g* loopt dan in de pijp en vult de geheele binnenruimte *g a*; in dien staat is de barometer alsdan gemakkelijk te vervoeren.

§ 434. De gewone zee-barometer is eene soort van bak-barometer. Fig. 24 stelt ons dien voor, zoo als hij zich vertoont, ontdaan van zijne buitenste deelen. In deze is *ab* weder de glazen pijp, die, om alle snelle bewegingen van het kwik zoo veel mogelijk tegen te gaan, slechts van *a* tot *e* eenige meerdere wijdte heeft, doch van *e* tot *b* zeer fijn van binnenbuis is. Deze glazen buis is gevat of vastgemaakt in eene houten doos *fg*, waaraan zich een lederen zakje of bodem *hg* bevindt. Bij *ki* is eene schroef, die door op of neer te schroeven, de binnenruimte van het bakje vermindert of vermeerdert, waardoor, in het eerste geval, het kwik in de buis tot *a* opgedreven kan worden, en bij neerschroeving het kwik gelegenheid gegeven wordt tot eene behoorlijke daling. Door deze inrigting kan men door opschroeving de pijp geheel met kwik vullen; in dien toestand is het werktuig gemakkelijker te verplaatsen, en men loopt minder gevaar, dat er eenige lucht in de pijp dringt.

§ 435. *Door hoogte van den barometer verstaat men den afstand van het kwik-vlak* d *tot* c, *fig.* 22, *of van* e *of* d *tot* c, *fig.* 23, *en wel in beide gevallen van de bovenste bolronde gedeelten van die twee vlakken.* Is nu het bakje *efgh*, fig. 22, een glazen bakje, zoo kan men de hoogte van het kwik bij *d*, even als bij *c*, waarnemen, en daardoor den afstand *cd* met juistheid bekend krijgen. In den barometer, fig. 23, is bij *e* even als bij *c* eene verdeeling, en dus *dc* onmiddellijk op het gezigt meetbaar. In den zee-barometer is het bakje *fg*, fig. 24, in het houten omkleedsel van het werktuig besloten, en de oppervlakte van het kwik bij *d* veelal niet te zien. Rijst nu het kwik bij *c*, zoo is het duidelijk, dat het kwik bij *d* iets daalt; daar men echter bij deze soort van barometers of de gewone zee-barometers alleen den stand bij *c* waarneemt, is het duidelijk, dat eene rijzing of daling bij *d* niet gezien kan worden, en dit eene kleine feil in de juiste bepaling van den afstand *cd* veroorzaakt. Naar gelang nu de vlakke doorsneden van de binnenruimte der pijp *de* en die van het bakje meer in grootte verschillen, zal ook deze feil kleiner of van mindere waarde worden.

In sommige barometers is de schaal, welke den afstand *cd* meet, iets op of neer beweegbaar, en eindigt van onderen in eene ivoren punt; zoodanige schaal kan dan met gezegde punt, die dan het nulpunt, of het begin der schaaltelling is, op het benedenvlak van het kwik gebragt worden, en zal alsdan de schaaltelling van het benedenvlak beginnen en bij *c* door de schaal de juiste hoogte van den barometer bepaald kunnen worden. — Is het benedenvlak niet zigtbaar, zoo als bij de meeste zee-barometers het geval is, zoo kunnen zij, hoe voortreffelijk ook overigens, toch nimmer *standaard-barometers* zijn, zoo als ons wel eens is voorgekomen, dat zij worden genoemd.

De zee-barometer is in ringen of koperen veringen gevat en wordt daarin aan boord opgehangen, waardoor deze werktuigen, bij alle slingeringen van het schip regt blijven hangen, en door het stampen van het vaartuig minder gevaar loopen, om bedorven te worden of te breken. Dit regt hangen van eenen barometer is een *voornaam vereischte voor eene goede waarneming;* want bij het schuins houden of zijn van eenen barometer, rust het kwik voor een gedeelte op den zijwand der pijp, dat alsdan eene vermindering ten gevolge heeft in de zwaarte des kwiks, waardoor alweder het kwik zoude rijzen; eene rijzing, die men echter in dat geval alleen aan den stand van het werktuig en niet aan eene meerdere zwaarte der lucht zoude moeten toekennen.

§ 436. Even als bij den thermometer vindt men bij den barometer de gemiddelde dagelijksche hoogte van het kwik van den barometer voor eenige plaats, door het midden te nemen uit een groot aantal waarnemingen, dagelijks op die plaats gedaan. Het midden uit deze hoogten, voor eene maand genomen, geeft de gemiddelde maandelijksche hoogte en uit deze besluit men eindelijk tot de jaarlijksche hoogte van den barometer voor eene plaats.

§ 437. De barometer-hoogten, te *Greenwich* waargenomen, hebben getoond, dat aldaar in de gewone vierentwintig-uur waarnemingen, twee hoogste en twee laagste standen plaats hebben; de waarnemingen tusschen de keerkringen brengen de twee hoogste standen tot 9ᵘ 's morgens en $10\frac{1}{2}$ᵘ 's avonds, en de laagste standen hebben plaats omstreeks 4ᵘ vóór- en ten 4ᵘ na den middag, hetgeen nagenoeg met de koudste en warmste tijden van den dag overeenkomt. Het rijzen of dalen van het kwik in de barometer-pijpen geschiedt voor alle barometers niet in gelijke tijdruimten. De water-barometer, waarvan eenmaal Prof. DANIEL zich in *Engeland* bediende, kwam één uur vroeger tot zijn hoogste standpunt, dan de standaard-kwik-barometer van de *Royal Society*, en deze weder eenen gelijken tijd vroeger tot dat punt, dan een berg-barometer. Een zee-barometer zoude, zoo hij eene fijne binnenbuis had, misschien nog meer vertraging hebben aangetoond. Hieruit zien wij, dat het mededeelen van barometer-waarnemingen, zoo men die eene wetenschappelijke waarde wil toegekend hebben, moet vergezeld gaan van eene omschrijving van de soort van barometer, en verder eene opgave moet bevatten van de correctiën, toegebragt aan de waargenomene hoogten (§ 443). (1)

§ 438. Wil men de barometer-hoogten onderling vergelijkbaar maken, zoo moeten de waarnemingen met goede en naauwkeurig vergeleken werktuigen geschieden, en daarom zoo veel mogelijk voor elke reis met een' standaard-barometer vergeleken zijn. De barometer-hoogten moeten ontdaan worden van den invloed der capillariteit (§ 417) en tot ééne temperatuur en hoogte boven de zee herleid worden.

Het is niet te veronderstellen, dat in al de op zee gebruikt wordende barometers zich zuiver kwik bevindt, en de schalen de behoorlijke lengten en verdeelingen hebben. Om zich zooveel mogelijk ten dien aanzien te overtuigen van de goede hoedanigheid van den barometer, of zijne vereffening te leeren kennen, vergelijke men dien tegen eenen standaard-barometer, en bepale de correctie, *index-correctie* geheeten, die daaruit zoude kunnen voortvloeijen.

(1) *Practical Meteorology;* bij DREW, p. 194 en 199.

§ 439. Het is duidelijk, dat eene verhooging van temperatuur ook eenigen invloed moet uitoefenen op de hoogte der kwikkolom of barometer-hoogte. Om te dien einde tot éénheid te komen, herleidt men al de barometer-hoogten tot ééne temperatuur, waartoe men die van het vriespunt of nul temperatuur heeft gekozen. Stel, bijv., dat men eene barometer hoogte van 765 strepen, bij eene temperatuur van 20° der honderddeelige schaal, wil herleiden tot nul temperatuur, zoo is het gemakkelijk te bevatten, dat die hoogte van 765^s iets voor de temperatuur verminderd moet worden. Voor 1° verhooging van temperatuur zet het kwik in lengte uit, alsmede de koperen schaal; het verschil dezer uitzettingen is, blijkens de *verklaring* van Tafel LV der *Verzameling*, 0,000161, en men vindt, zoo als aldaar door Taf. LV is te bepalen, voor de vereffening, in het hier gestelde geval, 2,470 of 2,47 streep, waarmede de hoogte van 765^s wordt verminderd, en dit geeft voor de voor temperatuur verbeterde hoogte: $765^s - 2^s,47 =$ 762,53 streep.

In de genoemde Tafel LV der *Verzameling* is zoowel op de uitzetting van de koperen schaal als op die van het kwik acht gegeven, en dus kan die tafel *alleen dienen als de schaal, waarop de maatsverdeeling is gebragt, van koper is, zoo als in sommige zee-barometers inderdaad plaats heeft;* de meeste echter zijn met hout omkleed, en de lengtemaat-schaal op het hout bevestigd, en dus Tafel LV voor dergelijke zee-barometers minder geschikt. Wil men bij die soort van barometers zich alleen bij de uitzetting van het kwik bepalen, zoo zal men zich, in dat geval, met genoegzame naauwkeurigheid van de volgende Tafel kunnen bedienen, en zoude de boven aangegevene waarneming worden: $765^s - 2^s,75 = 762^s,25$. Stel verder, men neemt de hoogte van den barometer waar op 760 strepen, en veronderstellen wij de temperatuur bij den barometer, eigenlijk van het kwik van den barometer, 28° (Honderdd. schaal); men vraagt die hoogte te herleiden tot eene temperatuur van 0? In de volgende tafel vindt men, onder 760 strepen naast 28° temperatuur, als vereffening $3^s,8$, en dus is de gevraagde barometers hoogte, bij 28° boven nul, herleid tot 0 temperatuur $= 760^s - 3^s,8 =$ 756,2 streep.

De volgende Tafel, zoo wel als Tafel LV der *Verzameling*, zijn ingerigt voor de honderddeelige schaal en voor Nederlandsche strepen; heeft men nu eenen thermometer en barometer met andere verdeeling, zoo kunnen de herleidingen der graden, enz., gemakkelijk door Tafel XX A of door eene der Tafeltjes van Tafel L plaats hebben.

Temperatuur. (Honderdd. schaal.)	Hoogte van den BAROMETER, in strepen (Millimeters).						
	780	770	760	750	740	730	720
0°	$0^s,0$	$0^s,0$	$0^s,0$	$0^s,0$	$0^s,0$	$0^s,0$	$0^s,0$
1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
4	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5
5	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
7	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9
8	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,0
9	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
10	1,4	1,4	1,4	1,4	1,3	1,3	1,3
11	1,6	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,4
12	1,7	1,7	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
13	1,8	1,8	1,8	1,8	1,7	1,7	1,7
14	2,0	1,9	1,9	1,9	1,9	1,8	1,8
15	2,1	2,1	2,1	2,0	2,0	2,0	2,0
16	2,3	2,2	2,2	2,2	2,1	2,1	2,1
17	2,4	2,4	2,3	2,3	2,3	2,2	2,2
18	2,5	2,5	2,5	2,4	2,4	2,4	2,3
19	2,7	2,6	2,6	2,6	2,5	2,5	2,5
20	2,8	2,8	2,7	2,7	2,7	2,6	2,6
21	3,0	2,9	2,9	2,8	2,8	2,8	2,7
22	3,1	3,1	3,0	3,0	2,9	2,9	2,9
23	3,2	3,2	3,2	3,1	3,1	3,0	3,0
24	3,4	3,3	3,3	3,2	3,2	3,2	3,1
25	3,5	3,5	3,4	3,4	3,3	3,3	3,2
26	3,7	3,6	3,7	3,5	3,5	3,4	3,4
27	3,8	3,8	3,7	3,7	3,6	3,6	3,5
28	3,9	3,9	3,8	3,8	3,7	3,7	3,6
29	4,1	4,0	4,0	3,9	3,9	3,8	3,8
30	4,2	4,2	4,1	3,1	4,0	4,0	3,9
31	4,4	4,3	4,3	4,2	4,1	4,1	4,0
32	4,5	4,4	4,4	4,3	4,3	4,2	4,2
33	4,6	4,6	4,5	4,5	4,4	4,3	4,3
34	4,8	4,7	4,7	4,6	4,5	4,5	4,4
35	4,9	4,9	4,8	4,7	4,7	4,6	4,5
36	5,1	5,0	4,9	4,9	4,8	4,7	4,7
37	5,2	5,1	5,1	5,0	4,9	4,9	4,8
38	5,3	5,3	5,2	5,1	5,1	5,0	4,9
39	5,5	5,4	5,3	5,3	5,2	5,1	5,1
40	5,6	5,6	5,5	5,4	5,3	5,3	5,2

Deze Tafel is ingerigt voor eene temperatuur *boven nul;* heeft men eene temperatuur beneden het vriespunt, zoo kan men de getallen dezer

Tafel ook dan toepassen, doch zij moeten in dat geval bij de barometer-hoogten *bijgeteld* worden.

§ 440. Bij de bak-barometers en zee-barometers moet men de hoogte der kwikkolommen ook met eene kleine vereffening vermeerderen voor de capillariteit der buizen (§ 417). Om die vereffening te kunnen toepassen, meet men de dikte der kwikkolom of de diameter der binnenbuis, en bepaalt naar aanleiding daarvan, uit de volgende Tafel, de verbetering, die men vervolgens bijtelt bij de hoogte van den barometer. Veronderstellen wij de binnen-diameter van eene barometerpijp = $5^s,5$, zoo is de *standvastige* vereffening voor dien barometer voor de capillariteit 1,306 streep (millimeter), die men *bijvoegt bij elke hoogte*, die men met dezen barometer waarneemt.

Vereffening voor de capillariteit van de bak-barometers.

Binnen diameter der pijp.	Vereffening.	Binnen diameter der pijp.	Vereffening.
$21^s,00$	$0^s,028$	$11^s,50$	$0^s,293$
20 ,50	0 ,032	11 ,00	0 ,330
20 ,00	0 ,036	10 ,50	0 ,372
19 ,50	0 ,041	10 ,00	0 ,419
19 ,00	0 ,047	9 ,50	0 ,473
18 ,50	0 ,053	9 ,00	0 ,534
18 ,00	0 ,060	8 ,50	0 ,604
17 ,50	0 ,068	8 ,00	0 ,684
17 ,00	0 ,077	7 ,50	0 ,775
16 ,50	0 ,087	7 ,00	0 ,877
16 ,00	0 ,099	6 ,50	0 ,995
15 ,50	0 ,112	6 ,00	1 ,136
15 ,00	0 ,127	5 ,50	1 ,306
14 ,50	0 ,143	5 ,00	1 ,507
14 ,00	0 ,161	4 ,50	1 ,752
13 ,50	0 ,181	4 ,00	2 ,053
13 ,00	0 ,204	3 ,50	2 ,415
12 ,50	0 ,230	3 ,00	2 ,902
12 ,00	0 ,260	2 ,50	3 ,585
11 ,50	0 ,293	2 ,00	4 ,579

Deze Tafel is door ons overgenomen uit het werk: *Éléments de Physique expérimentale, etc.*, par M. POUILLET; Tome II, pag. 555.

§ 441. Nemen wij aan, dat eene barometerschaal aan eenen barometer wordt aangebragt, als de hoogte van eenen standaard-barometer juist 760^s is, dan zal dit werktuig op dat oogenblik overeenstemmen met de ware hoogte van den barometer. In dezen barometer wordt

dit punt van 760^s dan het *neutrale punt* genoemd. Rijst nu een barometer of de kolom kwik in de pijp, zoo zal omgekeerd het kwik in den bak dalen; die daling zal, wanneer het kwik niet van buiten in den bak kan worden gezien, niet bekend zijn, en dus de schaal, de hoogte van den barometer niet naauwkeurig aangeven. Rijst het kwik in de pijp door eenen meerderen luchtdruk, zoo daalt het beneden-vlak, en de aangegevene hoogte, volgens de schaal, is iets minder dan de wezentlijke afstand der twee vlakken of de hoogte van den barometer, en de aangewezene hoogte moet dus met dat te min vermeerderd worden. Omgekeerd, daalt het kwik beneden het neutraalpunt der schaal, zoo moet de hoogte volgens de schaal met de rijzing van het beneden-vlak verminderd worden. Om die vereffening te bepalen, moet bekend zijn het neutraalpunt en de reden, die er bestaat tusschen de vlakke doorsneden van binnen pijp en bak; stel, die reden, hier *capaciteit* genoemd, zij als 1 tot 40, zoo vindt men *de vereffening door* $\frac{1}{40}$ *te nemen van het verschil tusschen de aanwijzing van den barometer en het neutraal punt; die vereffening voor de capaciteit wordt vervolgens bij de hoogte geteld, als de stand van den barometer boven het neutraalpunt is, en afgetrokken als zij daar beneden is waargenomen.* Veronderstellen wij de capaciteit van den barometer $\frac{1}{40}$, het neutraalpunt 760^s en op eenig oogenblik de barometer-hoogte 770^s, zoo heeft men $770^s - 760^s = 10^s \times \frac{1}{40} = 0^s,25$ en de barometer-hoogte voor deze vereffening verbeterd $= 770^s + 0^s,25 = 770^s,25$.

Is een barometer zoodanig ingerigt, dat men het kwik in den benedenbak of zijn oppervlak aldaar kan waarnemen, of den stand, zoo als in de hevel-barometers, kan bepalen, zoo is het duidelijk, dat de vereffening voor de capaciteit vervalt.

§ 442. Bij de vier verklaarde correctiën, om eene waargenomene barometer-hoogte tot eene algemeene overeenstemmende hoogte te herleiden, behoort eindelijk nog eene herleiding der hoogte tot de oppervlakte der zee. Voor elke verhooging van 1 el, zal de barometer 0,083 streep dalen, is de barometer-bak aan boord nu boven of beneden het vlak der zee, zoo zal dit voor elke 0,30 el eenen invloed van 0,025 streep of voor elke Engelsche voet (0,30 el) 0,001 Eng. duim hebben. Stel, de bak van den barometer is 3,9 el boven de zee verheven, zoo zoude men elke barometer-hoogte, zoo lang de barometer op die hoogte aan boord hangt, met $3,9 \times 0^s,083 = 0^s,3237$ moeten verhoogen.

§ 443. De toepassing van de voornoemde vereffening zullen wij met een enkel voorbeeld nader trachten op te helderen. Veronderstel, men had eenen zee-barometer, met de volgende opgaven of gegevens: index-correctie $+ 0^s,32$ el, het neutraalpunt 760^{st}., capaciteit $\frac{1}{40}$, binnen diameter der pijp 2^{st} voor de capillariteit, en de hoogte van den kwikbak of het nulpunt der schaal, boven het oppervlak der zee is 6,2 el. Volgens dien barometer vindt men, bij eene temperatuur van 22° (honderddeelige schaal), voor hoogte van den barometer $768^s,10$; wordt gevraagd de hoogte te verbeteren.

Waargenomene hoogte		768',10
index-correctie	+	0,32
		768',42
corr. voor de temperatuur, Tafel LV,	—	2,73
		765',69
» » » capillariteit	+	4,58
		770',27
» » » capaciteit	+	0,25
		770',52
» » » bak-hoogte boven zee .	+	0,51
		771',03,

zijnde de luchtdruk bij 0° temperatuur op de oppervlakte der zee. Het is duidelijk, dat de 1e, 3e en 5e verbetering, zoo lang men denzelfden barometer op dezelfde hoogte laat hangen, niet veranderen, en met genoegzame naauwkeurigheid, naar hunne teekens vereenigd, als eene vaste correctie in eens kunnen worden toegepast, en dit geeft in dit voorbeeld:

waargenomen luchtdruk		768',10
vaste corr. voor de 1e, 3e en 5e vereff. =	+	5,41
		773',51
corr. voor de temperatuur en capaciteit	—	2,48
geeft als boven voor de gezochte hoogte . .		771',03.

Wij hebben eenigzins uitvoerig over de vereffeningen voor de barometer-hoogten gehandeld. De opgegevene verbeteringen zullen echter, voor de meeste barometers, op de Nederlandsche schepen aanwezig, bij gebrek van de noodige opgaven daarbij behoorende, wel niet toegepast kunnen worden. De meeste zee-barometers bij ons in gebruik, zijn niet anders aan te nemen, dan als middelmatige werktuigen, ongeschikt om den juisten luchtdruk te doen kennen. De voorname reden daarvoor is, dat men tot heden (1856) in dit land zich niet bepaalt tot het maken van juiste meteorologische werktuigen, en opwekking daartoe vindt men ook weinig; vele reederijen stellen daarin te weinig belang, en tot heden ontbreekt alhier eene bepaalde rigting te dien aanzien, en blijft men op den ouden weg zich bij voortduring niet van de naauwkeurigste en beste, maar veelal van de goedkoopste werktuigen voorzien. Gelukkig, dat voor de dadelijke behoefte van den zeeman het rijzen of dalen van den barometer het voornaamste is, wat hij dadelijk noodig heeft te kennen. Ook zijn op sommige barometers, zoo wel hier als in *Engeland* vervaardigd, de stand van enkele punten voor de schaal naar eenen soms goeden barometer aangeteekend, en de afstand tusschen die punten wordt dan als schaal verder verdeeld; hierdoor is dan die verdeeling wel geene juiste grootte der dadelijke maat, maar zij bevat eenige correctiën te zamen genomen, die, als men de temperatuur en de hoogte boven de zee bij de waarneming aanteekent, nog tot goede uitkomsten zoude kunnen leiden.

5°. *De Sympiesometer.*

§ 444. De barometer is een werktuig, dat noodwendig de lengte van ruim 9 palmen dient te hebben, ten andere moet het regtstandig hangen, en hangende zooveel ruimte om zich heen hebben, dat, hoe het schip ook slingert, de barometer steeds regtstandig blijft; die vereischten maken dit werktuig voor de zeelieden moeijelijk, en hebben aanleiding gegeven, dat men reeds lang, echter steeds te vergeefs, getracht heeft, den barometer door een ander, tot een gelijk einde geschikt, werktuig te vervangen. Onder alle instrumenten, daartoe uitgedacht, behoort ook de *sympiesometer,* en ofschoon wel niet met eenen barometer gelijk te stellen, is echter dit werktuig als niet onbelangrijk voor den zeeman aan te merken.

De sympiesometer, door ADIE, uit *Edingburgh*, het eerst zamengesteld, heeft eene lengte van 5 à 6 palm, en is in zijne voornaamste soorten in fig. 25, 26 en 27 voorgesteld. De glazen bol en het gedeelte der pijp van b tot a is in deze werktuigen gevuld met waterstof of *gaz hydrogene*, en van c tot b met gezuiverde gekleurde amandelolie. De drukking van de lucht, die bij i in de opene glazen buizen dringt, zoude de olie geheel in den glazen bol a drijven, als het gaz hydrogene dit aldaar niet belette; de olie wordt bij b door het genoemde gaz tegen gehouden en bij c gedrukt door de gewone dampkrings lucht, en het is *het verschil dezer drukkingen, dat ons den stand der olie in den sympiesometer doet kennen, en die, zoo het werktuig goed is ingerigt, zeer na met den stand van eenen barometer en zijnen gang zal overeenstemmen.* Het is duidelijk, dat het gaz hydrogene, in ba vervat, bij verschillende temperaturen onderscheiden in spanning zal zijn, en daardoor de stand der olie, bij gelijke drukking van den dampkring, echter onderscheiden in hoogte zal kunnen zijn. Om dit te verhelpen is de schaal ed, waarop men de hoogte der olie leest, of, als het ware den stand van den barometer bepaalt, op en neêr beweegbaar, en deze moet, naar de temperatuur, op eene schaal fg gesteld worden; bij h, fig. 25 en 26, vindt men een stopje, waarmede men de opening bij i voor den druk der lucht kan sluiten, en alsdan is de sympiesometer, met minder gevaar voor indringing van lucht of het uitloopen der olie, vervoerbaar.

§ 445. Wil men nu door den sympiesometer de drukking der lucht bepalen, zoo wordt hij regtstandig tegen eenig beschot opgehangen, en zooveel mogelijk in dien stand bevestigd. Vervolgens ontdoet men met voorzigtigheid de opening i van den stopper h (fig. 25 en 26), en de buitenlucht kan dan eene vrije werking of drukking op de olie bij c uitoefenen; op eenen thermometer, die zich steeds bij den sympiesometer moet bevinden, wordt de temperatuur bepaald, naar deze de schaal ed op de schaal fg gesteld, en men is dan in staat de hoogte van de olie bij b, fig. 25 en 27, of bij c, fig. 26, op de barometerschaal ed te bepalen, en die, zoo het werktuig goed gesteld is, met de hoogte der kwikkolom van den barometer zal overeenstemmen.

Men vindt meestal aan de beweegbare schaal ed bij e een haakje; het is met dit, dat men deze schaal naar de aanwijzing van de temperatuur moet stellen, en zoo men merkte, dat een sympiesometer eene bestendige grootheid te veel of te weinig wees, zoude men dit aangeschroefde haakje iets in de schaal ed kunnen in- of uitschuiven, en daardoor de juiste hoogte van het aanwijzingshaakje van het werktuig zelve naar eenen goeden barometer kunnen bepalen of verbeteren.

Bij het vervoeren van den sympiesometer moet men wel letten, om met het stopje *h* de buis bij *i* te sluiten, en bij het openen dit niet te schielijk te doen, want ligt zoude door te spoedigen indrang der buitenlucht eenige lucht in *bk*, fig. 25, onder de olie kunnen geraken en daardoor in deze eene scheiding veroorzaken. In dat geval moet men met veel omzigtigheid den bol *a* iets verwarmen, het gaz zal zich dan uitzetten, de olie bij *b* dalen, en de ingedrongene lucht tot *k* doen zakken, die dan eindelijk langs *kc* zal ontsnappen, waarna ook de verwarming van den bol *a* onmiddellijk moet ophouden.

De sympiesometers, fig. 25 en 26, zijn in constructie onderscheiden, en even als de gewone barometer en de zoogenoemde controleur, tegenover elkander staande. In fig. 25 rijst de olie bij *b* bij vermeerdering van drukking der lucht bij *c*, en in fig. 26, is de pijp open bij *i*, en daalt dus de olie bij toeneming van drukking; in den sympiesometer, fig. 25, is derhalve de telling van de schaal *cd* naar boven en in dien van fig. 26 naar beneden toenemende.

§ 446. Onlangs heeft de Heer CUMMINS, tijdmetermaker te *Londen*, eenige verandering in den sympiesometer daargesteld. In zijne soort van sympiesometer, fig. 27, is de glazen bol *a* mede met gaz hydrogene gevuld en de pijp *abc* tot *h* en *i* verlengd; deze tweemalen omgebogene pijp loopt tot *k*, en is aldaar in een open glazen pijpje *ikl* besloten; de buitenlucht heeft in deze onder het koperen bandje *ik* gelegenheid in de pijp *ihc* door te dringen; door deze inrigting loopt men minder gevaar eenige olie uit het werktuig te storten; ook is de olie in den sympiesometer van CUMMINS geene amandelolie, maar eene andere soort van olie, die, zoo als CUMMINS zegt, geen gevaar loopt van te bevriezen, dat bij de sympiesometers met amandelolie gemakkelijk kan gebeuren, en waarbij die werktuigen alsdan gevaar loopen van bedorven te worden. Wij hebben den CUMMINS sympiesometer nog kunnen waarnemen bij eene temperatuur van 7° beneden nul, H. S., of 19° FAHRENHEIT; eene temperatuur bij welke, op de gewone sympiesometers, niet meer kan waargenomen worden.

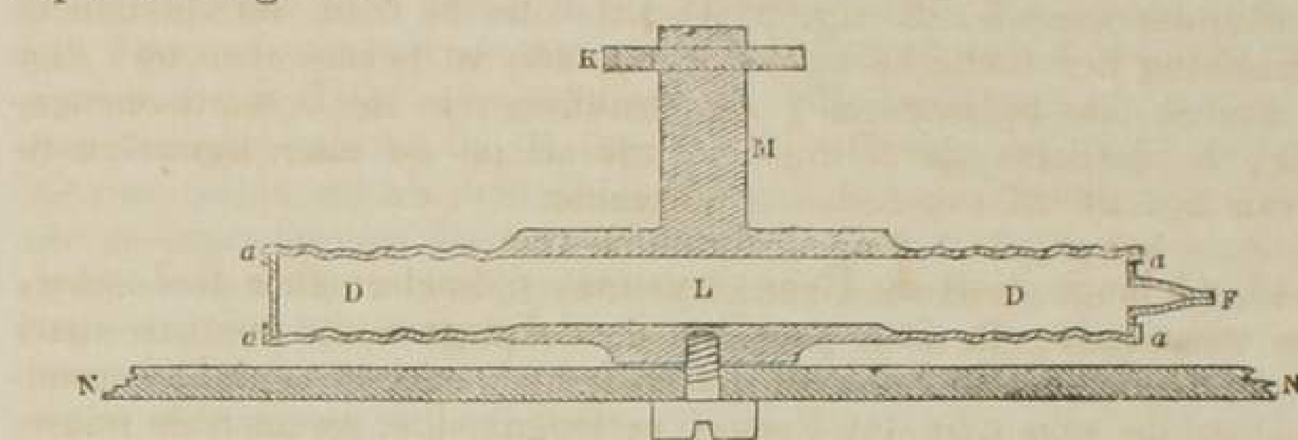
§ 447. In onze *Verhandelingen en Berigten voor de zeevaart* vindt men in het III^e Dl., bl. 613, eenige opmerkingen en waarnemingen over en gedaan met onderscheidene sympiesometers, waaruit onder anderen blijkt, dat deze werktuigen een beperkt nut hebben, en geene volstrekte wetenschappelijke waarde bezitten voor het bepalen van den juisten luchtdruk, dat zij niet altijd volkomen gelijk wijzen met den barometer en soms onderling niet overeenstemmen; voor een dagelijksch en gewoon gebruik zijn zij echter niet geheel te verwerpen; zij zijn hoogst gemakkelijk te plaatsen, behoeven weinig ruimte, en door eenige vergrooting in de maatsverdeeling wijzen zij kleine veranderingen reeds merkbaar aan, als die op den barometer nog niet te bemerken zijn.

6°. *De Aneroïde-barometer.*

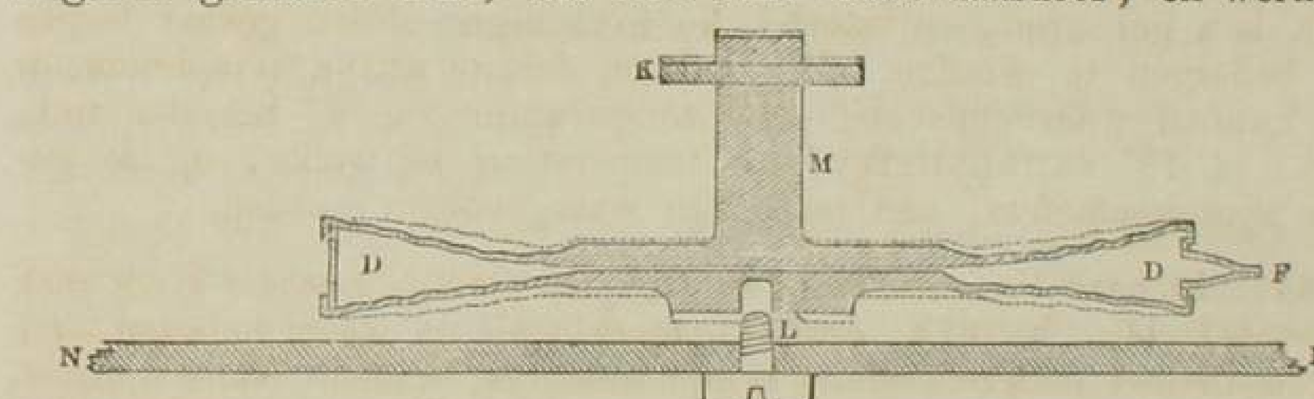
§ 448. De gewone zee-barometer heeft kwik en de sympiesometer olie, en het is naar den stand dezer vloeistoffen, dat men den druk der lucht bepaalt. Reeds voor eenen geruimen tijd heeft men het

denkbeeld gehad eene luchtledige doos daar te stellen, die door den luchtdruk eene meerdere of mindere indrukking ondergaat en daardoor de zwaarte der lucht zoude aanwijzen. Dit algemeene denkbeeld schijnt op het gelukkigst in Frankrijk, door den Heer VIDI, in toepassing te zijn gebragt, en zijn werktuig, *Aneroïde-barometer* genoemd, is zonder eenige vloeistof, en werkt alleen door den druk der lucht op eene luchtledige doos; wij zullen ook dit werktuigje, dat ook in dit land veel belangstelling heeft opgewerkt, hier kortelijk doen kennen.

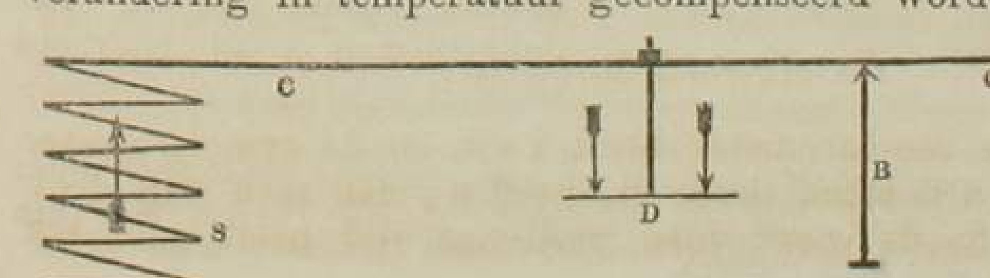
§ 449. Het voornaamste gedeelte van den aneroïde-barometer naar den Heer VIDI, bestaat uit eene nagenoeg luchtledige doos, uit dun koper zamengesteld.



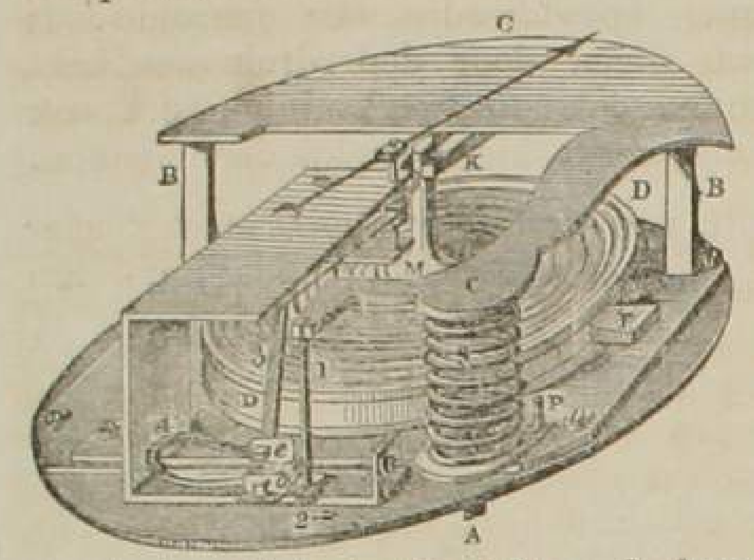
In deze fig. stelt *aaaa* de doorsnede voor van de gezegde koperen doos; NN is de stelling of benedenplaat, waarop met eene schroef de genoemde doos is vastgesteld. Bij F heeft de doos eene opening en aldaar wordt de binnenruimte DLD van de doos van lucht ontdaan, en daarna bij F lucht-digt afgesloten. Zoodra deze doos van binnen de lucht verliest, wordt zij van boven en beneden iets ingedrukt, en krijgt de volgende gedaante DD; het stuk KM daalt daardoor, en werkt op



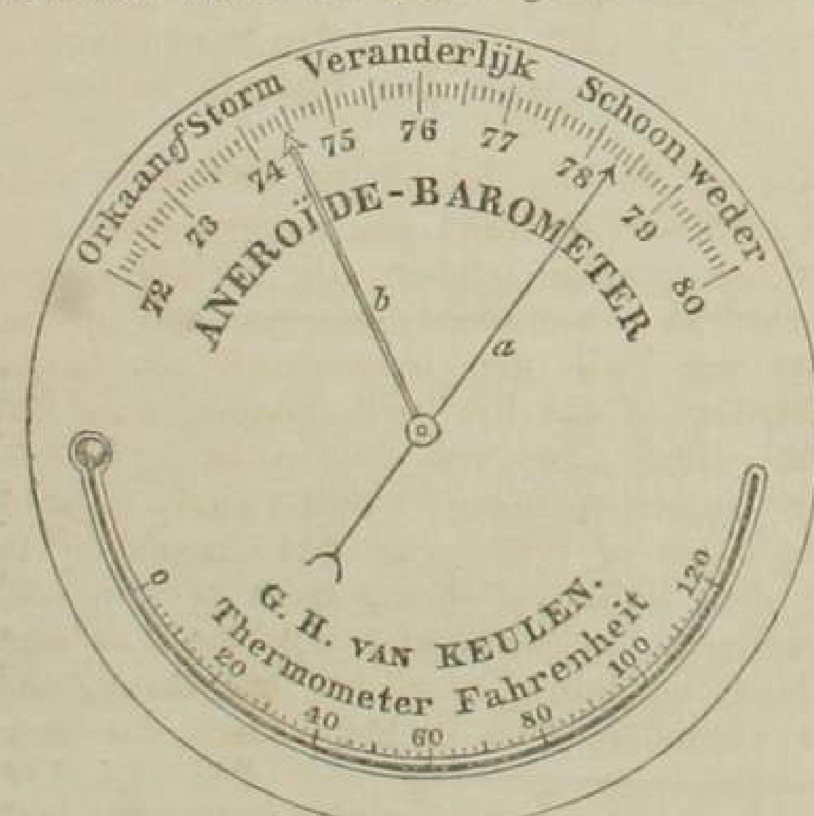
een dwarsstuk K, dat vervolgens door hefboompjes en verder toestel een' wijzer in beweging brengt. Ook de temperatuur zoude op deze werktuigen werken, en de Heer VIDI heeft daarom, zoo men zegt, de nagenoeg luchtledige doos weder met eenig *gaz* gevuld, waardoor de zijden der doos weder iets worden uitgezet, welke uitzetting door de gestippelde lijnen in de laatste figuur zijn aangeduid, en waardoor, zoo men meent, deze werktuigen meer of min volkomen voor de verandering in temperatuur gecompenseerd worden.



De werking van dezen barometer laat zich nu gemakkelijk aldus verklaren. Bij CC heeft men de doorsnede van den grooten hefboom; bij D de bovenzijde van de inwendig luchtledige doos, die, van daar, op den hefboom CC werkt. Wordt deze vlakke hefboom CC iets in stand of hoogte veranderd, zoo is dit bij C boven de spiraalveer S, door eene kleine verheffing of daling merkbaar.



In deze fig. ([1]) hebben wij den aneroïde-barometer ontdaan van zijne wijzerplaat. Bij CC heeft men den grooten hefboom van dit werktuigje; bij BB zijne steunpunten en in DD de gedeeltelijk luchtledige koperen doos. Bij F is die doos van zijne lucht ontdaan en vervolgens goed digt gesoldeerd. Bij P wordt de spiraal S op de benedenplaat vastgehouden; de beweging van CC wordt door het staafje 1 2 op de kromme veer e 4 overgebragt, en van daar verder door e 3 aan een kettingje medegedeeld en door deze aan de as van den wijzer, die zich boven op de dekplaat van dezen barometer vertoont. Om de as van den wijzer heeft men eene ligte platte spiraalveer, die door hare spanning den wijzer tegenhoudt, en nu is de minste trekking van het gezegde kettingje, om de as van den wijzer, door de beweging van dien wijzer naar buiten zigtbaar. Bij A is eene schroef, die aan de buiten benedenzijde der doos zigtbaar is; door deze schroef kan de stelling van de spiraalveer S iets veranderd worden, en dus ook, door die schroef A, de stand van den wijzer van het werktuig eene kleine verdraaijing of verzetting ondergaan, en kan men daardoor de aanwijzing van den aneroïde-barometer in overeenstemming brengen met den stand van eenen goeden kwik-barometer.



Dit werktuig ter grootte van 12 à 13 Nederlandsche duimen diameter, heeft achter een glas eene dekplaat, waarop de gewone barometer-verdeelingen zijn aangebragt. De wijzer a wordt nu, als boven verklaard is, door de meerdere of mindere drukking der lucht op de luchtledige binnendoos in beweging gebragt, en wijst op de verdeelde wijzerplaat de drukking van de lucht aan. Bij b is een enkele wijzer, die in het dekglas kan rond gedraaid worden, en dien men boven

([1]) Deze en de drie voorgaande figuren zijn ons goedgunstig afgestaan door wijlen onzen vriend EDWARD J. DENT, die een belangrijk Engelsch werkje over den aneroïde-barometer in het licht heeft gegeven.

den wijzer van het werktuig stelt, om als aanwijzer te dienen en aan te toonen of de barometer, na eenigen tijd, gerezen of gedaald is; eindelijk vindt men op de meeste van deze werktuigen een' thermometer, die eene der schaalverdeelingen van den thermometer ten deel kan vallen. In den handel komen tegenwoordig vele aneroïde-barometers voor, die weinig of liever geene waarde bezitten, en het is daarom zeer aan te raden, zich niet dan van beproefde werktuigen in deze te voorzien.

§ 450. De vinding van den aneroïde-barometer, zoo als wij dien deden kennen, is nog te jong, om reeds nu te zeggen of hij op den duur zal voldoen. Vele dezer werktuigen zijn door mij waargenomen, en die van eenen goeden maker waren, voldeden wel en volgden met alle juistheid den gang van eenen goeden kwik-barometer. In § 437 hebben wij doen opmerken, dat de barometers soms traag in gang zijn; te dien aanzien is de aneroïde-barometer voortreffelijk, en zal hij steeds met snelheid de veranderingen in den luchtdruk volgen; zoo de aneroïde-barometers, wij bedoelen steeds de beste soort, op den duur goed blijven, zijn zij, ook om hunnen minderen prijs, vooral voor kleine vaartuigen, boven de kwik-barometers of sympiesometers te verkiezen. Zij kunnen, zelfs bij het bezit van een' gewonen goeden zee-barometer, van nut zijn, om in moeijelijke oogenblikken, bij een' orkaan, bijv., door hunne snellere aanwijzingen de verandering in den luchtdruk spoedig te doen kennen.

§ 451. Over de vele oorzaken, die den staat der lucht telkens doen veranderen, zullen wij hier niet handelen, en ons slechts alleen bepalen tot eenige mededeelingen en opmerkingen, die den zeeman, bij het gebruik van zijnen barometer, welligt van nut kunnen zijn. Naar gelang de lucht meer met waterdeeltjes (§ 430), in eenen dampvormigen staat, bezet wordt, wordt zij ligter, hetgeen dan eenen lageren barometer-stand ten gevolge heeft, en even zoo rijst de barometer naar dat de lucht drooger wordt.

Eene toeneming van vochtigheid in den dampkring kan soms eene zeer aanmerkelijke verandering in den toestand des weders geven, en ligt sterke winden of stormen ten gevolge hebben. Bij verheffing van wind of stormen wordt de luchtdruk verminderd, hetgeen dan op den barometer door het dalen van het kwik merkbaar wordt, en omgekeerd wordt de lucht al zwaarder en dus het kwik hooger, naar dat de wind of een storm afneemt. Beide, zoo wel eene nadering of toeneming, of eene vermindering van eenen storm, wordt veelal, en zelfs meer of min vooruit, door het dalen of rijzen van den barometer te kennen gegeven, en naar dat deze daling of rijzing meer of min snel geschiedt, is de gezegde verandering in het weder ook meer of min spoedig te verwachten; geschiedt de daling of rijzing langzaam, zoo kan men eenen zekeren duur veronderstellen in het weder, dat men te verwachten heeft.

Gemeenlijk heeft men in deze streken of op noorder breedte met hooge of noordelijke winden eenen hoogen barometer, die dikwerf nog meer rijst, als die winden van droogte vergezeld gaan. Met zuidelijke winden heeft men tegenovergesteld gemeenlijk meer lage barometers standen. Op zuider breedte heeft het omgekeerde plaats en heeft men aldaar met N. winden eene lage en met zuidelijke eene hooge kwikkolom. In beide gevallen veroorzaken de winden, die van de polen komen eenige verdikking der lucht, hetgeen eene vermeerdering in zwaarte ten gevolge heeft, en waardoor zich dan ook de zoo even gezegde verschijnselen laten verklaren.

Naar dat men de linie nadert, nemen de rijzing en daling van den barometer eene meerdere gelijkvormigheid aan, en tusschen de keerkringen zijn nagenoeg geene of slechts zeldzaam eenige onregelmatige afwijkingen te bespeuren; er heeft aldaar dagelijks eene zoo gelijkmatige afwisseling in de hoogte van den barometer plaats, dat men, zegt HUMBOLDT, den barometer aldaar schier als een uurwerk zoude kunnen bezigen.

Begint, bij uiterlijk schoon weder en heldere lucht, een barometer te dalen, en neemt die daling meer en meer toe, zoo kan men, in de tijden en streken der orkanen zijnde (§ 333), aannemen, dat het schip een orkaan of cyclone nadert, of door haar genaderd wordt. Bevindt men zich vervolgens in de cyclone en ziet men den barometer nog meer dalen, zoo kan men veronderstellen, dat men het middelpunt van den orkaan nadert, en bij rijzing, dat er eene verwijdering van gezegd punt plaats vindt.

Uit deze korte en slechts algemeene opgave kan men gemakkelijk het nut beseffen, dat de zeeman van het getrouw raadplegen van zijnen barometer kan hebben. De barometer is voor den zeeman wel geen werktuig, dat hem als met den vinger den toekomenden staat des weêrs en winds aanwijst, maar het bovengezegde in aanmerking nemende, kan hem dit zoo hoogst belangrijke werktuig nuttige wenken geven, en stelt hij den opmerkzamen zeeman, zoo als door vele voorbeelden gestaafd zoude kunnen worden, veelal in staat, als met een voorzienend oog, wijze beschikkingen te maken.

§ 452. Ten aanzien van het waarnemen van den thermometer en barometer willen wij hier ten slotte nog doen opmerken: dat men zich steeds van goede werktuigen moet bedienen. Voor dat men de waarnemingen met die werktuigen begint, moeten zij goed nagezien en onderzocht worden, of zij zich in eenen behoorlijken staat bevinden. Vergelijkingen met goede en beproefde werktuigen, op eenig observatorium aanwezig, zal veelal ten deze de kortste, en ook tevens de zekerste weg zijn. Het zoude als eene wenschelijke zaak kunnen worden beschouwd, dat bij het begin en einde van elke reis de barometer met eenigen bekenden goeden barometer werd vergeleken; hierdoor zoude men niet dan goede barometers behoeven te gebruiken, eene behoorlijke overeenstemming en gelijkheid in aanwijzing erlangen, en ten andere kunnen opmerken, of de barometer gedurende de reis ook eenigzins was veranderd.

Op de schalen der barometers vindt men veelal de woorden *schoon weder*, *middelmatig*, *regen*, *storm*, *orkaan* en dergelijke meer. Het is vooral noodig te doen opmerken, dat deze woorden eigenlijk geene waarde hebben voor de waarnemingen van den barometer, en de hoogten van den barometer niet naar die woorden, maar zijne hoogten naar de duimen en deelen van de schaal bepaald nagegaan moeten worden. Op zeer goede barometers, die met meerdere zorg, dan de gewone zee-barometers vervaardigd zijn, behooren zij ook niet aangetroffen te worden. Op enkele zee-barometers vindt men somtijds slechts deze woorden: *schoon weder*, *middelmatig* en *storm*. Echter is, buiten den hoogeren of lageren stand van den barometer, het *rijzen* of *dalen*, hetgeen de zeeman bepaaldelijk moet nagaan, en daarbij vooral moet letten of dit langzaam of snel geschiedt; het gemis der genoemde woorden zoude hem zelfs dikwerf meer op de veranderingen in de hoogte doen acht geven, daarnaar zijne maatregelen doen nemen, en ook welligt dan zich met meer voordeel de aanwijzing van den barometer ten nutte maken; waaruit zoude kunnen volgen, dat het geheel weglaten dezer woorden, wel als wenschelijk zoude zijn aan te merken.

TIENDE BOEK.

HET SCHEEPS JOURNAAL EN HET EXAMEN DER ZEELIEDEN.

EERSTE AFDEELING.

Over het Scheeps Journaal.

§ 453. Het *scheeps journaal* of *dagregister*, hetwelk men aan boord der schepen houdt, is een belangrijk werk, dat met naauwgezette trouw en zorg gehouden moet worden. In het algemeen kan men, ten aanzien van een zee-journaal, opmerken, dat daarin alles moet worden aangeteekend, wat van eenig belang aan boord van het schip voorvalt, of met het schip geschiedt; en daar weêr en wind een' grooten invloed hebben op de te doene reizen, zoo wordt ook alles desaangaande aangeteekend, en door kundige zeelieden tevens met al datgene vermeerderd, wat daarmede in eenig verband staat, of kan gerekend worden van eenigen invloed te zijn op de reis, of op eenig mensch of goed, dat men met het schip vervoert. Het journaal moet, als het ware, het geheel van de reis kunnen aantoonen; de verantwoording in zich bevatten van alles, wat de bevelhebber tot nut van het schip heeft doen bewerkstelligen; genoegzaam uitvoerig en duidelijk doen kennen, wat hij te dien aanzien gedaan heeft; de aanleidende oorzaken mededeelen van zijne handelingen in moeijelijke en soms voor het schip gevaarlijke oogenblikken, en de uitkomsten daarvan leeren kennen; al zijne ontvangsten van voorwerpen, de uitgaven en verbruiking daarvan mededeelen. In betrekking tot de zeevaartkundige observatiën zoude het niet alleen belangrijk geacht kunnen worden, dat hij die alleen opteekende, welke *gedaan zijn*, maar ook, zoude het als doelmatig kunnen worden aangenomen, dat hij elken dag aanteekende, welke observatiën men in 't algemeen *aan boord had kunnen doen, maar om deze of gene reden heeft nagelaten te doen.*

Betrekkelijk den vorm der Nederlandsche scheeps journalen kunnen de volgende in aanmerking komen, als: voor de *Marine*, voor de *Koopvaardij*, voor de *Stoomschepen*, het *Tijdmeters-* en *Meteorologisch journaal;* wij zullen een en ander nopens deze journalen in de volgende §§ nader doen kennen en omschrijven.

§ 454. Het journaal voor de *Nederlandsche Marine* is, zoo als dit door het *Departement van Marine*, volgens model N°. 242 is vastgesteld, aldus:

JOURNAAL

VAN

Zijner Majesteits *van oorlog,*
den 18 *in dienst gesteld met eene*
bemanning van *koppen, onder bevel van den*
en gewapend met:
loopende van den 18 *tot en met den* 18 .

INSTRUCTIE

omtrent het houden der Scheeps Journalen.

De journalen, welke, na gedane reis, door de kommandanten van Zijner Majesteits schepen en vaartuigen, aan het Departement van Marine moeten ingeleverd worden, zullen geschreven moeten zijn, volgens het hierbij gevoegde model.

De *bladzijde ter linkerhand*, alwaar de dag en datum en de naam van het schip of vaartuig boven aan wordt geschreven, zal in kolommen verdeeld zijn, de hoofden der kolommen zullen alleen gedrukt zijn, zoodat de lijnen tot de invulling met de pen moeten worden doorgetrokken.

De 1e en 2e kolom (*zie bl.* 441) zijn tot aanduiding der wachten en glazen.

De 3e en 4e kolom voor de koersen en verheden in mijlen, die men gedurende de wachten behouden heeft.

De 5e en 6e kolom zullen dienen tot aanteekening van den windstreek, de kracht van den wind en van de gesteldheid des weders.

De 7e en 8e kolom voor de waarnemingen van den thermometer en barometer, welke van tijd tot tijd opgeteekend moeten worden.

De 9e kolom dient tot aanteekening van de miswijzing, waarop de kompassen liggen, hetwelk slechts eens in de 24 uren aangeteekend wordt; insgelijks zal in deze kolom aangeteekend worden, als men de kompassen verlegt.

De 10e kolom is voor de aanteekening van de observatiën der miswijzing door azimuth en kimpeiling, naar gelang dat deze op de onderscheidene wachten gedaan worden.

De 11e kolom dient voor de peilingen van de pomp, welke alle wachten moeten ingevuld worden.

Naar deze kolommen wordt het middag-bestek aldus ingeschreven.

Generale gegiste koers en verheid in het etmaal . . .
Afgevarene . . . . . } breedte.
Veranderde . . . . . }
Bekomene gegiste . . }
Bevondene middags breedte.
Bevondene breedte buiten den middag of aan de maan of ster.
Afgevarene . . . . . } lengte.
Veranderde . . . . . }
Bekomene gegiste . . }
Bevondene lengte, volgens observatiën aan ☉ en ☾ of ster.
Lengte volgens den tijdmeter.
Komt volgens dien . . . . .
Peilden, naar het regtwijzend kompas. NB. *Wanneer men land in het gezigt krijgt.*
Misgissing in koers en verheid.

Van de bladzijde ter regterhand zullen het hoofd en de zij-lijnen gedrukt worden.

Boven aan de bladzijde wordt geschreven de zee, in welke, en de reize op welke het schip zich bevindt.

Voorts zal deze bladzijde het geheele historische gedeelte van het journaal inhouden, namelijk, alle manoeuvres, verrigtingen en oefeningen binnen scheepsboord en op het eskader.

Het ontdekken van schepen, land of andere voorwerpen.

Het nemen van observatiën aan hemellichten, met vermelding van diegenen, welke de observatiën nemen.

Het overbrengen van het bestek uit de eene in de andere kaart.

De seinen, welke op het eskader gedaan worden.

Voorts alle voorvallen en alle zoodanige aanteekeningen en aanmerkingen als bij een belangrijk journaal te pas komen.

In de kolom van kantteekeningen zal de korte inhoud van het meest merkwaardige worden aangestipt.

Op eene reede liggende waar geen bestek te pas komt, kunnen de beide zijden even gelijk gebruikt worden, zoo als hier voren van de bladzijde ter regterhand gezegd is.

Het blanco journaal, dat van wege het Ministerie voornoemd wordt uitgereikt, is slechts, zoo als reeds gezegd is, in de hoofden in kolommen verdeeld, het overige schoone gedeelte van elke bladzijde van een zoodanig journaal moet met de verticale lijnen der hoofden verlengd en op die wijze het geheele blad ter invulling voor zeejournaal gereed gemaakt worden.

Elke folio heeft een hoofd, en de linkerzijde (*folio verso*) is in elf kolommen verdeeld en aldus ingerigt:

WACHTEN.	GLAZEN.	BEHOUDENE KOERS.	VERHEID IN MIJLEN.	WINDSTREEK.	KRACHT VAN DEN WIND, HET WEDER, LUCHTGESTELDHEID EN DE TOESTAND DER ZEE.	WAARNEMINGEN. THERMOMETER.	WAARNEMINGEN. BAROMETER.	HOE DE KOMPASSEN LIGGEN.	AZIMUTH OF KIMPEILING.	WATER BIJ DE POMP.
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.

De regter bladzijde (*folio recto*) heeft de twee volgende kolommen.

KANTTEEKENINGEN.	AANMERKINGEN, MANOEUVRES, VERRIGTINGEN, VOORVALLEN, ENZ.

§ 455. Het zee-journaal voor de *stoomschepen der Koninklijke Nederlandsche marine* moet, almede volgens de bepalingen van het Departement van Marine, volgens model N°. 26, aldus zijn:

JOURNAAL

VAN

Zijner Majesteits *van oorlog,*
van *paardenkrachten,*
den 18 *in dienst gesteld met eene*
bemanning van *koppen, onder bevel van den*
en gewapend met:
loopende van den 18 , *tot en met*
den 18 .

INSTRUCTIE

omtrent het houden van het Journaal voor stoomschepen.

De journalen, welke, na gedane reis, door de kommandanten van Zijner Majesteits stoomschepen aan het Departement van Marine moeten ingeleverd worden, zullen geschreven behooren te zijn, volgens het hierbij gevoegde model (*zie bladzijde* 445).

De beide bladzijden, alwaar de dag en datum, de naam van het stoomschip, mitsgaders de zee waarin, en de reis op welke het schip zich bevindt, boven aan wordt geschreven, zullen in kolommen verdeeld zijn; de hoofden der kolommen zullen alléén gedrukt zijn, zoodat de lijnen tot invulling met de pen moeten worden doorgetrokken, zoo lang of kort, als men die tot invulling van de *zes wachten in het etmaal*, zal noodig hebben, om *het middag-bestek*, voluit geschreven, voor ieder etmaal, daarop te laten volgen.

De 1e en 2e kolom dienen tot aanduiding der *wachten en uren*, de 3e, 4e en 5e kolom voor de invullingen, onder het hoofd: » *vaart bij de log*"; de 6e en 7e, de koers, welke gestuurd is volgens het standaard-kompas en volgens dat in het nachthuis, en de onder het hoofd, » *behouden in de wacht*", voorkomende 8e en 9 kolom, dient tot aanteekening van de *verheden en regtwijzende koersen*, welke gedurende de wachten gemaakt en behouden zijn.

Door bijvoeging van de letters Sl. zullen onder het hoofd: » *vaart bij de log*", de uren aangeduid worden, welke met een schip op *sleeptouw* zijn doorgebragt.

De 10e en 11e kolom, onder het hoofd: » *wind*", zijn tot aanteekening van *den windstreek*, de *kracht van den wind en van de gesteldheid van het weder.* De kracht des winds met enkele letters, als: *windstilte*, door de letters W. S.; *flaauwe of ligte koelte*, door F. K.; *bramzeils koelte*, door B. K.; *marszeils koelte*, door M. K.; *gereefde marszeils koelte*, door G. M. K.; *digt gereefde marszeils koelte*, door D. G. M. K.; *storm*, door St.; *orkaan*, door O.

De 12e kolom is bestemd om » *den toestand der zee*", door de letters K. *kalm*, D. *deining*, G. *golven*, Z. *zee* (baren), H. Z *hooge zee*, te kennen te geven.

De 13e kolom dient tot *het gemiddeld aantal dubbele zuigerslagen per minuut*, telken uur in te vullen.

Onder het hoofd: » *gemiddelde hoogte van*", is de 14e kolom tot aanteekening der *spanning van den stoom in den ketel*, volgens den als rigtsnoer tot regeling van het vuur dienenden stoom-meter.

De 15e en 16e kolom, » voor de *gemiddelde hoogte van het barometer-peil*", waardoor de graad van het luchtledige in iederen condensor wordt aangewezen.

Ook dient ter opteekening in de 17e kolom, de *scheeps barometer* geobserveerd te worden, om, in vergelijking daarmede, de betrekkelijke waarde van het door het barometer-peil aangeduid luchtledige in den condensor op te maken. En daar ook het weder somtijds eenen merkelijken invloed uitoefent op den gang van de machine, zoo is het nuttig deze uitwerking te kennen.

De *warmtegraad van den dampkring* in de schaduw zal, volgens aanduiding van den thermometer, in de 18e kolom worden opgeteekend.

Bij de gemiddelde hoogte van het kwik, in het barometer-peil, zal men *den stand van den thermometer in de machinekamer* (welke, buiten bereik van de uit de vuurplaatsen stralende hitte, behoort geplaatst te zijn) observeren en in de 19e kolom aanteekenen.

Onder het hoofd: *ketels*", wordt in de 20e en 21e kolom, door de letters S. of B. aangeduid, of die van *stuurboords-* of *bakboordszijde*, dan of beide (of wel naar eene bepaalde volgorde, wanneer er meer dan twee ketels zijn) gebruikt zijn, en door de daaronder geschrevene getallen, het aantal van de daarin gebezigde vuren.

Het spuijen van een gedeelte water uit den ketel, behoort te geschieden met voorkennis van den officier der wacht, volgens aanwijzing van den 1n machinist; maar op alle reizen, die langer dan eenen dag duren, moet *ten minste om de twee uren gespuid worden*, ten ware de ketels van zelf werkende spui-toestellen voorzien zijn, en het gebleken was deze de ketels schoon hielden.

De letter V zal in de 22e kolom: » *wanneer gespuid*", aantoonen dat dit verrigt is; doch de letter G. zal zulks doen, wanneer de ketel geheel zal zijn uitgespuid.

De 23e kolom dient tot opgave van den graad van zoutheid, aangegeven door den *Salinometer.*

De 24e kolom, tot aanduiding van » *den stand der smoorklep*", gevende $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ of $\frac{3}{4}$ aan, dat de klep $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ of $\frac{3}{4}$ open is. Geheel open wordt door de letter O. aangeduid.

De 25e kolom dient tot aanwijzing van het gebruik der *expansie-toestellen.* Wanneer de machine *zonder expansie* werken moet, wordt die kolom niet ingevuld. *Met expansie* werkende, moet er worden opgegeven: » *de hoegrootheid der expansie*".

De 26e kolom duidt aan het *steenkolen verbruik* per wacht.

De 27e kolom is bestemd voor de *peilingen bij de pomp*, welke alle wachten moeten gedaan worden.

In de 28e kolom wordt opgegeven de *miswijzing*, waarop de *kompassen* liggen.

In de kolom 29 » *Aanmerkingen, manoeuvres, enz.*", wordt vermeld:

Alle manoeuvres, verrigtingen en oefeningen binnen boord en op het eskader,

het ontdekken van schepen, land of andere voorwerpen,

het nemen van *observatiën aan hemelligchamen*, met vermelding van diegenen, welke de observatiën nemen,

het overbrengen van het bestek uit de eene in de andere kaart,

de seinen, welke op het eskader gedaan worden,

voorts alle voorvallen en alle zoodanige aanteekeningen en aanmerkingen, als bij een belangrijk journaal te pas komen.

Verder *zeilree liggende*, de diepgang van het schip, de middellijn welke de schepborden op het wiel beslaan, en de hoogte van de as, boven water opteekenen; daarmede in zee voortgaan, als daartoe de gelegenheid bestaat, en anders naar gissing, met den diepgang van het schip, achter en vóór, mitsgaders de indompeling van den binnenrand van het regtstandige schepbord, op te nemen en aan te teekenen, met bijvoeging van de letter V. of L., om aan te duiden, of de ketel met water gevuld of ledig is.

Wanneer en hoeveel de schepborden meerder zijn in- of uitgevoerd, met aanduiding van de wiel-middellijn, waarop zij komen te staan.

Wijders is deze kolom bestemd, om daarin op te nemen, alle bijzondere voorvallen, omstandigheden en verrigtingen, de stoommachine en ketels betreffende, zoo als, bijv., wanneer de vuren aangelegd zijn (met aanteekening van het oogenblik, dat de stoom is opgebragt), wanneer zij zijn uitgemaakt, opgebankt of schoon gemaakt.

Wanneer de machines aangekoppeld, ontkoppeld of te werk zijn gesteld; wanneer de vuurgangen, pijpen en de schoorsteen geveegd en de schalen (aanzetsel) in de ketels zijn afgebikt, opgevende de hoeveelheid roet uit de eerste gehaald, en het gewigt van kalkachtige of andere deelen uit de laatste voortgekomen, en de temperatuur der kolenhokken, zoo dikwijls die geobserveerd wordt.

Onder de kolommen ter *linkerhand* wordt het middag bestek aldus ingeschreven:

Generale gegiste koers en verheid in het etmaal, .

Afgevarene. . . . . } breedte .
veranderde. . . . . }
bekomene gegiste . }

bevondene middags breedte .

bevondene breedte buiten den middag, of aan de maan of ster.

Afgevarene. . . . . } lengte .
veranderde. . . . . }
bekomene gegiste . }

bevondene lengte, volgens observatiën aan de zon, maan of ster, . .

lengte volgens den tijdmeter .

komt volgens dien . .

Peilden, naar het regtwijzend kompas .

misgissing in den koers en de verheid. .

Onder de kolommen ter *regterhand* moet worden vermeld de nog aan boord zijnde *hoeveelheid steenkolen*.

Op eene reede liggende, kunnen de beide bladzijden als Reede-Journaal gebruikt worden.

(Linker bladzijde.)

WACHTEN.			1.
UREN.			2.
VAART BIJ DE LOG.	STOOMENDE.		3.
	ZEILENDE.		4.
	ZEIL EN STOOM.		5.
KOERS.	OP STANDAARD-KOMPAS.		6.
	OP NACHTHUIS-KOMPAS.		7.
BEHOUDEN IN DE WACHT.	KOERS.		8.
	VERHEID.		9.
WIND.	STREEK.		10.
	KRACHT EN WEERSGESTELDHEID.		11.
TOESTAND DER ZEE.			12.
DUBBELE ZUIGERSLAGEN.			13.
GEMIDDELDE HOOGTE VAN	STOOMMETER.		14.
	BAROMETER-PEIL.	STUURBOORD.	15.
		BAKBOORD.	16.
	BAROMETER. (ATMOSPHERISCHE)		17.
	THERMOMETER.		18.
	THERMOMETER IN DE MACHINEKAMER.		19.

(Regter bladzijde.)

KETELS.	STUURBOORD.	20.
	BAKBOORD.	21.
	WANNEER GESPUID.	22.
AANWIJZING VAN DEN SALINOMETER.		23.
STAND DER SMOORKLEP.		24.
AANWIJZING VAN HET GEBRUIK DER EXPANSIE-TOESTELLEN.		25.
STEENKOLEN-VERBRUIK PER WACHT.		26.
WATER BIJ DE POMP IN NED. DUIMEN.		27.
HOE DE KOMPASSEN LIGGEN.		28.
AANMERKINGEN, MANOEUVRES, VERRIGTINGEN, ONTDEKKINGEN, OBSERVATIËN, VOORVALLEN, ENZ.		29.

§ 456. Het scheeps journaal van het koopvaardijschip is in vorm geheel onbepaald. Art. 359 van het *Wetboek van Koophandel* schrijft daaromtrent voor, dat elk gezagvoerder verpligt is, een journaal of dagregister te houden, dat, dagelijks bijgeschreven, door den gezagvoerder en den stuurman onderteekend moet worden. Dit dagregister moet, volgens art. 358, bevatten: de gesteldheid van weêr en wind, de dagelijksche vordering of vertraging van het schip, de breedte en lengte, waar het dagelijks is; al de rampen, welke aan schip en lading overkomen, en de oorzaken daarvan; de gesteldheid zoo veel mogelijk van hetgeen, door rampen, kappen, snijden of kerven, is verloren gegaan; de koersen, die men gehouden heeft, met de redenen van afwijking, hetzij vrijwillig, hetzij uit noodzakelijkheid; al de besluiten, welke in den scheepsraad genomen worden; alle mutatiën in de scheepsofficieren en het volk en de redenen daarvan; de ontvangst en uitgaaf betrekkelijk het schip en de lading, en, in het algemeen, alles wat schip en lading betreft en tot het doen van rekening en verantwoording noodig is, of wat tot het maken of afwijzen van eenige vordering aanleiding zoude kunnen geven.

De gezagvoerder is verpligt, alles aan te wenden voor het behoud van zijn journaal, en is daarvoor persoonlijk verantwoordelijk.

In art. 379 van voornoemd wetboek lezen wij, dat elk gezagvoerder verpligt is, uiterlijk binnen driemaal vier en twintig uren na zijne aankomst in eene haven, zijn journaal te vertoonen, en deswege eene verklaring af te leggen van zijne reis en de omstandigheden, die daarbij plaats hebben gehad.

In eene vreemde haven geschiedt die vertooning aan den Nederlandschen Consul of een daartoe bevoegd gezag, en in eene inlandsche haven of in die van de Koloniën bij den kantonregter of een' ander', daartoe gemagtigden persoon.

In de koopvaardij maakt men mede gebruik van gedrukte journalen en voornamelijk zijn de twee volgende in gebruik, als: *ten eerste:* het volgende, waarboven men gedrukt vindt:

. . . . . *dag den* . . . . . 18 . . . . . *zeilende.*

Het journaal heeft eene regter- en linker-bladzijde, waarvan de hoofden den volgenden inhoud hebben.

Op de linker bladzijde wordt gevonden:

WACHTEN.	GLAZEN.	KOERS.	VERHEID IN MIJLEN	WIND-STREEK.	KRACHT VAN DEN WIND.	WEDER EN LUCHTS-GESTELDHEID.	THERMO-METER.	BARO-METER.	DE KOMPASSEN LIGGEN OF	AZIMUTH OF KIMPEILING.	WATER BIJ DE POMP.

Op de regter bladzijde vindt men:

Aanteekeningen en Merkwaardige Voorvallen.

NB. Beneden aan deze zijde wordt de volgende korte aanteekening aangetroffen, dienstig voor de invulling van het middags bestek.

MIDDAGS BESTEK.

Generale gezeilde koers en verheid . .
Gegiste bekomene Breedte. . . . .
Waargenomene middags Breedte. . . . .
Breedte door buiten middags hoogten
Peilt. . . . .

Generale verbeterde koers en verheid
Gegiste bekomene Lengte . . . .
Tijdmeters Lengte . . . .
Lengte door afstand van. . . . .
Miswijzing N. . . . .

Ten tweede vindt men ook gedrukte Journalen aldus ter invulling gereed gemaakt.

WACHTEN.	GLA-ZEN.	MIJ-LEN.	GESTUURDE KOERS.	DRIFT.	BEHOUDENE KOERS.	WIND.	WEDER EN LUCHTS-GESTELDHEID.	Aanteekeningen en Voorvallen.
A.								
P.								
E.								
H.								
D.								
V.								

NB. Hier beneden wordt weder de noodige aanwijzing voor de invulling van het middags bestek gevonden. De kapitale letters in de 1e kolom duiden aan de wachten aan boord der schepen, § 152.

§ 457. Het door ons ontworpen tijdmeters journaal, dat op 's Rijks schepen in gebruik is, heeft (zie de volgende bladzijde) mede eene linker- en regterzijde; beide zijden zijn in kolommen verdeeld, die zich naar den inhoud van hare hoofden gemakkelijk laten verklaren. De aanwijzingen in de kolom *beweging van het schip* kunnen ook met die van de kolom N°. 12 (§ 455), *toestand der zee*, van het *journaal voor stoomschepen*, met bijvoeging voor het schip des benoodigd van St., *stampend*, en Sl., *slingerend*, ingevuld worden. De kolom voor GANG *in* 24u en de daarop volgende, voor de STELLING te 0u *op Greenwich*, wordt niet dagelijks, maar alleen dàn ingevuld, als men voor de tijdmeters een' nieuwen gang en stand of stelling heeft kunnen bepalen. Wij zullen tot meerdere opheldering een gedeelte van een zoodanig journaal ingevuld hier doen volgen:

De linkerzijde is:

DAGTEEKENING te 12 ure 1844.	PLAATS, waar het Schip zich bevindt.	Luchtsgesteldheid.	WIND.		Beweging van het Schip, of toestand der zee.	Thermometer.	Barometer.	Sympiesometer of Aneroïde Barometer.	Z—A.	Verschillen.	Z—B.	Verschillen.	A—B.	Verschillen.
			Rigting.	Kracht.										
Junij						FAHRENH.	Strepen.							
4	In de Noordzee	Helder.	N.	Fl. k.	Weinig.	63°,5	767,4	768,0	$4^u\,12^m\,57^s,0$		$3^u\,38^m\,28^s,0$		$0^u\,39^m\,29^s$	
										5^s		2^s		3^s
5		Id.	N.	» »	Geen.	59 ,1	766,2	767,0	4. 13. 2		3. 33. 30		0. 39. 32	
										4		1		3
6		Helder wolkdr.	N. ½ O.	Br. k.	Weinig.	62 ,0	766,6	767,6	4. 13. 6		3. 33 31		0. 39. 35	
										5 ,5		1 ,5		4
7		Wolkdrijvend	N.	Fl. k.	Zacht.	58 ,0	769,0	770,6	4. 13. 11 ,5		3 33. 32 ,5		0. 39. 39	
										5		3		2 ,5
8		»	N. W.	Br. k.	Weinig.	60 ,0	770,5	771,9	4. 13. 16 ,5		3. 33. 35 ,5		0. 39. 41 ,5	
» 4^u		Bewolkt.	N. W.	» »	»	59 ,5	769,1	771,2						
» 8		Wolkdr.	W. N. W.	» »	»	56 ,2	767,2	768,6						
» 12		Betrokk.	W.	St. B. k.	Slinger.	51 ,3	764,3	765,9						
» 16		Buijig, reg.	W. t. Z.	» »	»	52 ,4	761,2	762,7						
» 20		Opheld.	W. t. Z.	Fl. B. z.	Stamp.	54 ,9	762,6	764,1						

De regter bladzijde van het voorgaande Journaal is:

GANG VAN DEN TIJDMETER in 24^u.	STELLING VAN DEN TIJDMETER te 0^u op *Greenwich.*	MIDDELBARE TIJD, volgens den Tijdmeter, op *Greenwich.*	MIDDELBARE TIJD, door Waarnemingen aan boord.	LENGTE, in Tijd.	LENGTE, in Boog.	Aanmerkingen. + Beteekent nà zijn of nàloopen. — Beteekent vóór zijn of vóórloopen.
Den 20^n Mei 1844.				Oost.	Oost.	
Z : — 3^s,21	— $0^u\,12^m\,13^s$,4	Z $5^u\,58^m\,3^s$,2		$0^u\,18^m\,1^s$,9	4° 30′ 28″,5	
A : + 1 ,01	+ 0. 10. 11 ,4	A 5. 58. 2 ,3	$6^u\,16^m\,5^s$,1	0. 18. 2 ,8	4. 30. 42 ,0	De gemiddelde tijdmeters lengte is op den middag of te 0^u 4° 30′ 40″,5.
B : + 0 ,33	— 0. 4. 10 ,3	B 5. 58. 1 ,7		0. 18. 3 ,4	4. 30. 51 ,0	
		6. 36. 50 ,8		0. 15. 39 ,9	3. 54. 58 ,5	
		6. 36. 48 ,1	6. 52. 30 ,7	0. 15. 42 ,6	3. 55. 39 ,0	De gem. tijdm. lengte = 3° 55′ 26″,0 oost; door een' ☉s en ☾s afst., tot 0^u herleid, heeft men 3° 57′ 0″,5, en mitsdien het tijdmeters bestek 1′ 34″,5 westelijker.
		6. 36. 48 ,0		0. 15. 42 ,7	3. 55. 40 ,5	
		6. 43. 8 ,1		0. 19. 10 ,3	4. 47. 34 ,5	Deden een seinschot.
		6. 43. 6 ,8	7. 2. 18 ,4	0. 19. 11 ,6	4. 47. 54 ,0	
		6. 43. 6 ,6		0. 19. 11 ,8	4. 47. 57 ,0	
		6. 46. 53 ,9		0. 27. 8 ,4	6. 47. 6 ,0	
		6. 46. 50 ,3	7. 14. 2 ,3	0. 27. 12 ,0	6. 48. 0 ,0	Te 0^u de gem. tijdm. lengte = 6° 47′ 46″. Praaiden een schip, dat 6° 51′ O. L. seinde.
		6. 46. 49 ,5		0. 27. 12 ,8	6. 48. 12 ,0	
		3. 51. 57 ,0		0. 31 8 ,3	7. 47. 4 ,5	
		3. 51. 54 ,6	4. 23. 5 ,3	0. 31. 10 ,7	7. 47. 40 ,5	NB. *Bij de tijdmeters lengten geve men op, tot welken tijd van den dag zij herleid zijn.*
		3. 51. 53 ,6		0. 31. 11 ,7	7. 47. 55 ,5	

Wij willen met betrekking tot dit journaal nog doen opmerken, dat men de 10e, 12e en 14e kolom, der linkerzijde, alleen dan invult, als men 3 tijdmeters heeft, en de kolomm. 14e en 15e als men slechts 2 dergelijke werktuigen aan boord bezit, en dat de invulling voor die kolommen kan geschieden naar aanleiding van het aangevoerde in § 297. De kolommen voor den middelbaren tijd en de lengte komen eerst dan in aanmerking, als men in zee is, en men dus de lengte door tijdmeters bepaalt of bepalen kan. De invulling voor den 8n Junij is geschied ter aanduiding, hoe deze moet of kan plaats hebben, als men deze tabellen of dit journaal ook eenigzins wil dienstbaar maken, en mede tot een weerkundig of *meteorologisch journaal* zoude wenschen te bezigen. Voor den genoemden 8n Junij zijn de lengten, door de drie tijdmeters verkregen, ingevuld, alsmede de weêrstoestanden en de hoogten van barometer en thermometer voor nog vijf andere tijdstippen van den dag, en dus in het geheel, voor den 8n te 0u, voor 4u, 8u, 12u, 16u en 20u.

§ 458. In 1853 heeft er te *Brussel* eene bijeenkomst plaats gehad van eenige afgezondenen van onderscheidene landen tot de zeevaart in betrekking staande. In die hoogst belangrijke conferentie was ook *Nederland* vertegenwoordigd, en heeft men toen vele zaken der zeevaartkunde en meteorologie behandeld, en ook een voorstel gedaan van een zee-journaal. Van deze bijeenkomst hebben wij in het *Tijdschrift voor het Zeewezen*, of de *Verhandelingen en Berigten betrekkelijk het Zeewezen*, jaargang 1853, op bladz. 389 een uitvoerig verslag medegedeeld. Wij vermeenen niet voegelijker onze aanwijzingen over het journaal te kunnen eindigen, dan met het mededeelen van het journaal, voorgesteld door de voornoemde conferentie, en zullen uit ons aangehaald *Tijdschrift*, met eenige wijzigingen en veranderingen, de verklaringen voor de invulling hier overnemen en doen volgen.

§ 459. De genoemde conferentie heeft voorgesteld op de eerste bladzijde van het journaal te stellen:

Extract uit het Journaal.

1°. Benaming . . . Natie . . . Naam van den Kapitein . . .

2°. Soort van het schip; houten of ijzeren schip en de vlag. — De soort der lading. Bij eene lading van ijzeren voorwerpen, zooveel mogelijk hunne grootte te doen kennen. Alsmede aanteekenen de veranderingen, welke gedurende de reis daarin voorvallen.

3°. De plaatsen of havens, die op de reis worden aangedaan.

4°. De eerste meridiaan, of van welken meridiaan men de lengte telt. (§ 116).

Barometer-correctiën; zie § 441—443.

5°. De vergelijking van den thermometer met eenen standaardthermometer geeft als verschil . . .

6°. De locale of scheepsijzer magnetische werking; daarbij op te geven, waar men die heeft waargenomen; als: op plaatsen van afvaart en aankomst, en met of zonder lading. Die werking te doen kennen voor vier streken in elk quadrant van het kompas, namelijk, als de voorsteven N., N. N. O., N. O., O. N. O., O., enz., gerigt is.

7°. Men teekent op of men de rigtingen van koers en stroom naar het regt- of miswijzend kompas opgeeft; als ook, welke mijlen men rekent, van 15 of 60 op éénen graad.

8°. Omschrijving der instrumenten, die men tot de waarnemingen zal bezigen, en eene opgave van de plaats, waar die aan boord gesteld of opgehangen zullen worden.

Het voorgestelde journaal is als op de volgende bladzijden is aangetoond.

(De linker bladzijde.)

Uittreksel uit het Journaal van *Kapitein*

Dagteekening.	Uur.	BREEDTE.		LENGTE.		STROOM.		WAARGENOMENE MISWIJZING.	WIND.		BAROMETER en zijnen THERMOMETER.		PSYCHROMETER.		VORM EN RIGTING DER WOLKEN.
		Waargenomene.	Gegiste.	Waargenomene.	Gegiste.	Rigting.	Kracht.		Rigting.	Kracht.	Hoogte van den Barometer.	Thermometer	Drooge bol.	Natte bol	
I 31	2														
	4														
	6														
	8														
	9														
	10														
Midd.	12														
	2														
	3														
	4														
	6														
	8														
	10														
	12														
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

(De regter bladzijde.)

van *tot* 18 .

HELDERHEID DER LUCHT	Uren van MIST A. REGEN B. SNEEUW C. HAGEL D.	TOESTAND DER ZEE.	WATER.			WEERSGESTELDHEID.	*AANMERKINGEN EN OPMERKINGEN.*
			Temper. der oppervlakte.	Soortelijke zwaarte.	Temper. in de diepte.		
17	18	19	20	21	22	23	24

Aanwijzingen betrekkelijk het voormelde Extract-Journaal voor de meteorologische waarnemingen op zee.

§ 460. Het voorgestelde journaal bevat 24 kolommen, welke wij nu kortelijk eenigzins nader zullen toelichten.

1^e *kolom, dagteekening.* Bevat de maanden, aangeduid door de Romeinsche cijfers I—XII; zijnde Januarij I, Februarij II, enz. tot XII voor December.

2^e *kolom, uur.* De telling wordt bij dit journaal voorgesteld te beginnen met middernacht, zijnde dus de burgerlijke telling. Sommige uren zijn door grootere cijfers in de kol. aangeduid, als: 4^u des morgens, 9^u des voormiddags, 12^u of middag, 3^u en 8^u des namiddags. Dit geeft te kennen, dat men, zoo mogelijk, vooral voor die tijden gaarne de waarnemingen ingevuld zag.

De *kolommen* 3—6 moeten, zoo dikwerf men daartoe gelegenheid heeft, ingevuld worden met de ware en gegiste breedte en lengte. Het is van belang, dat die invulling, zoo mogelijk, plaats heeft ten 4^u vóór den middag, op den middag, en ten 8^u na den middag, en ook dan vooral, als het schip een der groote zee-stroomen, of de streken der passaat- of moesons winden ingaat, of die verlaat. Bij de geobserveerde breedte en lengte zoude door eenig teeken aangeduid kunnen worden, op welke wijze zij verkregen zijn. Bij de afstanden zoude men die kunnen onderscheiden door ⊙☾, ✳☾, en bij tijdmeters lengten, door T. L ⊙., T. L ☾ of T. L. ✳. Is men in gezigt van land, en bepaalt men de positie van het schip door kruispeiling, zoo dient dit mede aangeteekend te worden, of men teekent dit op in de kolom *opmerkingen.*

7^e *en* 8^e *kolom.* De rigting en kracht van den stroom, verkregen door de berekening van de opgaven in de kolommen 3—6 (§ 159), moeten elken middag opgeteekend worden. Zij worden dus bij tusschentijden van 24^u of voor een etmaal aangeteekend. Is het schip in of nabij de groote zee-stroomen, of kan men veronderstellen, dat de stroom veranderen zal, zoo moeten deze kolommen voor kleiner tijdsverloop worden ingevuld. Ofschoon de conferentie daaromtrent geene bepaling gemaakt heeft, zoo zouden wij meenen, dat de rigting van den stroom naar het regtwijzend kompas en zijne kracht in Duitsche of geographische mijlen, van 15 op 1°, door de Nederlandsche zeelieden aangeteekend dienden te worden.

9^e *kolom.* De miswijzing of afwijking der magneetnaald (§ 368) wordt in graden en minuten opgeteekend, en ook daarbij aangeduid, door welke soort van waarnemingen en door welke hemelligchamen zij bepaald is. De miswijzing dient van de magnetische werking van het schip te zijn ontdaan, hetgeen men zal kunnen aannemen het geval te zijn, als de observatiën voor het bepalen der miswijzing geschieden op het oogenblik, als het schip in die rigting ligt, dat de gezegde magnetische werking het kleinst of nul is. Is men met de scheeps magnetische werking niet bekend, zoo teekent men de miswijzing aan, die men na de waarneming door berekening verkrijgt, en voegt daarbij: hoe het schip bij de waarneming aanlag.

Het zoude eene wenschelijke zaak zijn, dat elk schip voorzien was van een standaard- of hoogst volkomen goed kompas; met dit kompas zouden alle waarnemingen voor de miswijzing gedaan kunnen worden. Dit kompas diende men, bij het waarnemen, of om daarmede de andere kompassen te vergelijken, steeds eene bepaalde plaats op het schip toe te kennen, die zooveel mogelijk vrij was van de magnetische werking van het scheepsijzer.

10^e *en* 11^e *kolom.* Deze wil de conferentie ingevuld hebben, volgens het miswijzend of magnetisch kompas, en zij stelt voor, den heerschenden wind aan te teekenen, voor drie tijdperken van het etmaal. Zij deelt namelijk elken dag of etmaal in drie tijdvakken; het eerste is van 4^u tot 12^u des morgens, het tweede van 12^u tot 8^u des avonds, en het laatste van 8^u des avonds tot 4^u des morgens. Het eerste tijdperk bevat dus de dag- en vóórmiddag-wacht, het tweede de achtermiddag- en platvoet, en het laatste de eerste- en honden-wacht. (§ 152) De heerschende wind, die er nu heeft plaats gehad in het eerste tijdperk, wordt opgeteekend op den middag, enz., met de overige. De kracht van den wind wordt aangeduid door de cijferteekens 0 tot en met 12.

Wij zouden meenen, dat men de rigting van den wind zoude moeten te kennen geven naar het ware kompas, en de kracht door de daartoe bij zeelieden in gebruik zijnde benamingen van bramzeilskoelte, marszeilskoelte, enz., of, zoo men daartoe liever getallen wilde bezigen, dan de aanwijzing van de windkrachten te stellen van 0 tot 12, en zich ten dien aanzien naar de volgende getallen of benamingen te regelen:

0. Stilte; geen merkbare wind.
1. Flaauwe koelte; als het schip nog stuur heeft.
2. Labber koelte; loopende het schip in slechtwater vol en bij 1 à 2 mijlen in de wacht.
3. Ligte koelte; als voren, loopende 3 à 4 mijlen.
4. Bramzeils koelte; als voren, loopende 5 à 6 mijlen.
5. Bramzeils wind of koelte.
6. Stijve marszeils koelte.
7. Gereefde marszeils koelte.
8. Stijve gereefde marszeils koelte.
9. Digt gereefde marszeils koelte of wind.
10. Veel wind of onder zeils koelte.
11. Storm.
12. Orkaan.

Bij cyclones of orkanen worden de verplaatsingen of banen (§ 333) en krachten van die winden onophoudelijk nagegaan, en de waarnemingen met de daarbij plaats hebbende verschijnselen waargenomen, en in de kol. aanmerkingen omschreven en uitvoerig aangeteekend.

12^e *en* 13^e *kolom.* In deze worden de hoogten van de kwikkolommen der in de hoofden genoemde werktuigen opgegeven, en daarbij opgeteekend of de baromer-hoogten verbeterd of niet verbeterd zijn. (§ 443)

14^e *en* 15^e *kolom.* De aanwijzingen van dit werktuig (§ 430) worden op de gewone wijze aangeteekend. Regent het op het oogenblik der waarneming, zoo teekent men bij de aanwijzing van den natten bol de letter B. De psychrometer moet in de schaduw en in de vrije lucht buiten regen waargenomen worden.

16^e *kolom.* De wolken-staat en hare verschijnselen worden ten minste ingevuld voor de drie tijdperken, in de verklaring van de 10^e en 11^e kol. genoemd, en kan men zich ter invulling verder regelen naar het aangevoerde in § 335.

17^e *kolom.* Is het geheele luchtruim onbewolkt en helder blaauw, zoo duidt men dit aan door 1; is dit slechts voor een gedeelte, bijv., voor de helft of voor $\frac{3}{4}$, dan geeft men dit te kennen door $\frac{5}{10}$ of $\frac{75}{100}$, of ook door 0,5 of 0,75, aantoonende, dat het luchtruim voor $\frac{5}{10}$ of $\frac{75}{100}$ helder is.

18^e *kolom.* Wordt ingevuld voor de genoemde drie tijdperken van het etmaal (zie de verklaring van kolom 10 en 11). De invulling geschiedt met de letters A, B, C en D, waarvan de beteekenis in het hoofd der kolom is opgegeven. Heeft het in een der drie tijdperken slechts voor eenige uren geregend, zoo geeft men dit te kennen, door het cijfer van duur van dat verschijnsel vóór de letter te plaatsen. Een of meer streepjes onder de letters geeft eene toeneming of vergrooting te kennen, als bijv. wordt er aangetroffen 1 B, 4 $\underline{\text{B}}$ of 3 $\underline{\underline{\text{B}}}$, zoo beteekent dit: 1^u *zachte regen*, 4^u *regen* en 3^u *sterke regen*, en even zoo met mist, sneeuw of hagel.

19^e *kolom.* De staat der zee wordt op de gewone wijze opgegeven voor de drie tijdperken van het etmaal.

20^e *kolom.* De temperatuur der zee (§ 428) aan de oppervlakte, wordt aangeteekend voor elk uur der 2de kolom, of anders voor de drie bepaalde tijdperken.

Bij buitengewone omstandigheden, bij het vinden van onverwachte verschillen, bij verandering in de kleur der zee, de nabijheid van ijs, bij in- of uitgaan van rafelingen of stroomingen van allerlei aard, in de nabijheid der mondingen van rivieren, of bij storm of donderbuijen, wordt die bepaling van de temperatuur der zee zoo mogelijk na korte tijdperken herhaald en opgeteekend.

21^e *kolom.* De specifieke of soortelijke zwaarte van het zeewater (§ 431) wordt bij gewone omstandigheden éénmaal in het etmaal waargenomen en opgeteekend. Heeft die waarneming plaats met water van eenige diepte, zoo plaatst men de diepte bijv. $\frac{1027}{1000}$ daaronder. De specifieke zwaarte wordt opgeteekend, zoo als zij is waargenomen, zonder eenige correctie, met uitzondering alleen van die, welke het instrument heeft, dat men gebruikt. Te gelijkertijd wordt ook de kolom 20 ingevuld.

22^e *kolom.* De temperatuur der zee op verschillende diepten, wordt naar gelegenheid, eenmaal in het etmaal waargenomen. Zij wordt opgeteekend met de diepte daaronder, als bijv. $\frac{14^\circ}{100}$, dat is, de temperatuur der zee was 14° op 100 Amst. vadem diepte. Voor eene gematigde diepte kan men het water ophalen met een' houten of koperen cijlinder, die van boven en onder met eene valklep is voorzien.

Het is dikwerf niet onbelangrijk, de temperatuur der zee te kennen, op de diepte der scheeps- of ruimkraan van het schip. Ten dien einde opent men voor eenen korten tijd deze kraan, en put men, 8 à 9^m daarna met eene puts, het water, waarin een thermometer, 1 à 2^m gehouden, de temperatuur der zee op eenige diepte doet kennen; bij deze temperatuur voegt men dan ook de diepte der gezegde kraan, en houde tevens aanteekening van de vaart, welke het schip liep, tijdens de kraan open stond. Bij deze diepte-temperaturen wordt ook steeds die der oppervlakte van de zee opgeteekend. Wordt er tusschen deze temperaturen een aanmerkelijk of buitengewoon verschil gevonden, zoo teekent men dit op, alsmede de aanwijzing van den droogen en natten bol van den psychrometer. Ofschoon deze waarnemingen overal van waarde zijn, hebben zij echter eene bepaalde belangrijkheid in de streken van de passaat-winden, in de *Indische zee*, nabij den *Agulhas*-stroom, en omstreeks de mondingen van groote rivieren.

23^e *kolom.* *Weersgesteldheid.* Wordt op de gewone wijze, zoo als de zeelieden dit gewoon zijn, ingevuld.

24^e *kolom.* *Aanmerkingen* en *opmerkingen.* Deze kolom is in het algemeen bestemd, om al datgene op te nemen, wat niet onmiddellijk in de voornoemde kolommen op de uren, in de 2^e kolom voorgesteld, kan worden aangeteekend, of eene plaats vereischt van eenige meerdere ruimte, tot eene meer uitvoerige omschrijving van eenig belangrijk natuurverschijnsel.

Is het een stoomschip, zoo wordt daarin aangeteekend, of men stoomt of zeilt.

Bij alle soorten van stormen of orkanen, worden daarin opgenomen de loop des winds, het voorkomen van het luchtruim, de rigting en drift der wolken, de toestand der zee, de overige weêr- en electrieke verschijnselen, en daarbij ook de gang des barometers bij korte tusschenpozingen opgeteekend. Even zoo worden daarin opgenomen, eene beschrijving van de hoozen, de duur van hun aanwezen, gang, opvolgende veranderingen en voorkomen, en alles, wat daarbij voorvalt tot hunne verdwijning. Bij buitengewone weêrverschijnselen, die men ook elders heeft waargenomen, teekene men ook aan, wat men zich daarvan kan herinneren. Verder houde men aanteekening: van de temperatuur des dampkrings vóór, gedurende en na zware regens; als het hagelt of sneeuwt, van den vorm der hagelsteenen en der vlokken, als ook van de electrieke verschijnselen, die daarbij plaats hebben; van den dauw, den tijd van zijn begin, einde en de hoeveelheid, als ook de temperatuur gedurende denzelven, zoo na mogelijk bij de oppervlakte der zee en boven in de mars van het schip; en verder van alles, wat als belangrijk van luchtverschijnselen plaats heeft. Ook teekent men op: de hoogten der golven, de afstanden tusschen de hooge golven, en, zoo mogelijk, den tijd van hunne opvolging; de rafeling en verdere buitengewone bewegingen der zee, brandingen, enz.; alle verkleuringen van water, verschillend gekleurde plekken der zee, en wordt, zoo mogelijk, van het water, dat zulke verschijnselen vertoont, in met glazen stoppen goed geslotene flesschen, eenige hoeveelheid medegenomen, om dit nader chemisch te kunnen onderzoeken.

Bij alle die zee-waarnemingen worden te gelijker tijd, in de opmerkingen, opgeteekend de temperatuur der zee aan de oppervlakte, als ook, zoo mogelijk, op verschillende diepten.

Bij het bepalen van eenige belangrijke diepten, teekent men in de opmerkingen op, in hoeveel tijd elke 100 vadem uitloopt, als ook in hoeveel tijd deze waarneming voleindigd wordt, en beware men zorgvuldig alles, wat door het lood van den grond wordt opgebragt. Bij vergelijking van loodingen neme men wel in acht, dat de lijnen en looden, daarbij gebruikt, gelijksoortig moeten zijn. Is men in eene zee, waar zich ijs bevindt of te ontmoeten is, zoo wordt de waarneming van de temperaturen der lucht en zee bij korte tusschenpozen herhaald; deze waarnemingen zijn dan voornamelijk van waarde als het mistig is, als kunnende reeds op $\frac{1}{2}$ à $\frac{3}{4}$ mijl afstands het ijs doen kennen, vooral als het zich lijwaarts bevindt. Bij drijfijs en ijsbergen wordt tevens aangeteekend in welke rigting zij zich bewegen, en welke hun vorm, voorkomen en andere bijzonderheden zijn.

De thermometers met witte of gewone glazen, zwarte of zeekleurige bollen, worden, zoo men die heeft, ten 9u des morgens, op den middag, en ten 3u des namiddags, en zoo dikwijls doenlijk, bij schoon weder, eenige minuten aan den zonneschijn blootgesteld, en alsdan de temperaturen volgens die thermometers in de opmerkingen aangeteekend. — Op omstreeks 10 Augustus en in het midden van November heeft men dikwerf vele zoogenoemde verschietende sterren waargenomen; ook die verschijnselen, — met hetgeen men daarbij opmerkt, als van waar zij schijnen te komen, hunne verdere rigting en waar zij verdwijnen, — worden aangeteekend. Evenzoo teekent men op alle luchtverschijnselen en verhevelingen, als: het noorder-, zuider- of zodiacaal-licht. Als ook alles, wat op zee van scholen visch, walvisschen, insecten, zee-wier, drijfhout, enz. voorkomt.

Ten anker liggende, neme men getij-waarnemingen en bepale de tijden van hoog en laag water bij nieuwe of volle maan, als ook den duur van vloed en eb en de rigting der getij-stroomen. Vooral bij de tijden der equinoxen en zonne-standen is eene korte opvolging van getij-waarnemingen zeer aan te bevelen.

In bijvoeging tot dat alles zoude het ook belangrijk zijn, dat de bevelhebber, aan het einde zijner opmerkingen, en in 't algemeen aan het einde van zijn Journaal, zijne gedachten mededeelde over de doorgestevende zee en de belangrijke verschijnselen, die hij soms op zijne reis heeft waargenomen of opgemerkt, vooral zoo hij die streken meermalen heeft doorkruist, als ook of hij, door het in acht nemen of toepassen van latere waarnemingen, betrekkelijk de stroomen en winden, ook zijne reis heeft kunnen bekorten.

TWEEDE AFDEELING.

De Reglementen van Examen voor Adelborsten, Zee-Officieren en Stuurlieden.

§ 461. Aan het einde van dit werk meenen wij het als doelmatig en voor velen als wenschelijk te zijn, de Reglementen te doen kennen, die er in *Nederland* voor de Examens in de Zeevaartkunde tegen-

woordig bestaan. In het *Recueil van zeeorders* van het Departement van Marine, N°. 10, 1846, leest men het volgende besluit, betrekkelijk de Examens voor Adelborsten, Zee-Officieren en Stuurlieden bij de Marine:

L^r. B. N°. 85. — *'s Gravenhage*, 9 Mei 1846.

De *Minister van Marine* heeft goed gevonden en verstaan: de hierbij gevoegde *Reglementen voor de examens der Adelborsten van de* 1ste *klasse en Luitenants ter zee der* 2de *klasse*, voor hunne bevordering respectivelijk tot Luitenants ter zee der 2de en 1ste klasse en voor *Stuurlieden der Militaire-Marine* vast te stellen, met intrekking van alle vroegere daaromtrent bestaande verordeningen, en tevens te bepalen, dat een en ander zal worden gedrukt en geïnsereerd in het *Recueil van zeeorders*.

De Minister voornoemd,
(was get.) J. C. RIJK.

REGLEMENT *voor de examens van de Adelborsten der* 1ste *klasse en van Luitenants ter zee der* 2de *klasse, voor hunne bevordering respectivelijk tot Luitenants ter zee van de* 2de *en* 1ste *klasse.* (1)

De Adelborsten der eerste klasse en de Luitenants ter zee der tweede klasse, zullen, alvorens tot eenen hoogeren rang bevorderd te worden, een examen ondergaan, hetwelk, wat de eigenlijke zeevaartkunde aangaat, tweeledig zal zijn, namelijk *theoretisch* en *practisch*, en wijders betreffende de kennis van de zee-artillerie en van de stoomwerktuigkunde.

THEORETISCH GEDEELTE VAN HET EXAMEN.

De Adelborsten der eerste klasse, om tot Luitenants ter zee der tweede klasse bevorderd te worden, zullen worden ondervraagd over de navolgende onderwerpen, als:

1°. De regtlijnige en bolvormige trigonometrie.
2°. De beginselen der sterrekunde.
3°. Het gebruik van den Almanak ten dienste der zeelieden.
4°. De zamenstelling en het gebruik der zeekaarten.
5°. De verheid- en koersrekening, het koppelen der koersen, de stroomkavelingen en peilingen; het meten der vaart door de log, en gronden, waarop die berust.
6°. Het kaart passen en bestek zetten.

(1) Wij deelen hier alleen mede het theoretische of zeevaartkundige gedeelte van het examen; het practische; het Reglement voor het examen in de *kennis* van schip en tuig, als ook dat voor de *Artillerie*, en de *Stoomvaart* en *Stoomwerktuigkunde*, behoort niet tot dit werk; een en ander is echter, met behoorlijke onderscheiding voor elken rang, in bovengenoemd *Recueil van Zeeorders* opgenomen.

7°. De ware-, middelbare- en sterre-tijd.

8°. Het bepalen van den tijd uit eene waargenomene zons of sters hoogte.

9°. Het bepalen van den tijd uit twee gelijke zons hoogten, vóór en ná den middag.

10°. Het vinden van den gang van eenen tijdmeter.

11°. Het vinden van het azimuth en de amplitude der hemelligchamen, alsmede de miswijzing der kompassen.

12°. De berekening der breedte:

a. Door de hoogte van een hemelligchaam in den meridiaan en nabij den meridiaan.

b. Door eene waargenomene hoogte van de zon met den bekenden tijd.

c. Door eene hoogte van de poolster.

d. Door twee zons hoogten met den verloopen tijd, zoowel bij een voortzeilend als stilliggend schip.

e. Door de gelijktijdig waargenomene hoogten van twee verschillende hemelligchamen.

13°. De berekening der lengte:

a. Door middel van den tijdmeter.

b. Door den waargenomen afstand van de maan tot de zon, tot eene planeet of tot eene vaste ster, en de hoogten der beide hemelligchamen.

c. Door den waargenomen afstand van de maan tot deze hemelligchamen en den bekenden tijd.

14°. De handelwijze, volgens welke men eene kust, den mond eener rivier en eene haven opneemt en in kaart brengt.

15°. Eindelijk zal men moeten toonen bekend te zijn met de inrigting, en geoefend te wezen in het gebruik van die werktuigen, welke aan boord tot het doen van waarnemingen worden gebezigd, zoo als van sextanten, octanten, de verschillende soorten van kompassen, thermometer, barometer, sympiesometer, artificiële horizon, magneetkram, enz.

De Luitenants ter zee der 2e klasse, om tot Luitenants ter zee der 1e klasse bevorderd te worden, zullen worden ondervraagd over de navolgende onderwerpen, als:

1°. Al hetgeen hierboven van de Adelborsten der eerste klasse gevorderd wordt.

2°. Voorts zullen zij hunne meerdere kunde en bekwaamheid moeten doen blijken, door het beantwoorden van al zulke vragen uit de natuur-, wis- en werktuigkunde tot de zeevaartkunde betrekkelijk, als hun zullen worden voorgesteld.

REGLEMENT *op het examen der Stuurlieden bij de Marine.*

1°. EXAMEN VAN EENEN VIERDEN STUURMAN.

Een vierde stuurman zal eene goede leesbare hand moeten schrijven, en voorts bij het examen blijken geven, in het volgende welgeoefend te zijn, en daarvan duidelijke begrippen verkregen te hebben:

a. In de gronden der rekenkunde, vooral in de leer der tientallige breuken, der evenredigheden en der logarithmen.

b. In de oplossing van platte en bolvormige driehoeken, vooral in de gevallen van welke in de zeevaartkunde wordt gebruik gemaakt.

c. In de kennis van de zamenstelling en het gebruik van de zeekaarten.

d. In het gebruik van den Almanak ten dienste der zeelieden.

e. In het verbeteren van waargenomene zons en maans hoogten.

f. Het berekenen van de breedte door eene meridiaanshoogte van de zon.

g. In de getij-rekening.

h. Voorts wordt vereischt, dat hij bekend zij met het gebruik der kompassen en van den octant, en daarmede voldoende waarnemingen kan doen.

2°. EXAMEN VAN EENEN DERDEN STUURMAN.

Een derde stuurman zal bij het examen moeten toonen geoefend te zijn, in al hetgeen bij een examen van eenen vierden stuurman verlangd wordt, en daarenboven nog de noodige kennis moeten hebben van het gebruik van hemel- en aardglobe; wijders:

a. In de berekening der miswijzing van de kompassen, en voorts, om koersen en peilingen, volgens een miswijzend kompas, te herleiden tot die volgens een regtwijzend kompas en omgekeerd. Ook zal hij bekend moeten zijn met de merkwaardigste eigenschappen van den magneet.

b. In de berekening der breedte door eene meridiaanshoogte van de maan.

c. In de berekening van den tijd door de waargenomene hoogte van een hemelligchaam.

d. In het vinden van den gang van eenen tijdmeter.

e. In het vinden van de lengte door middel van den tijdmeter.

f. In de koers- en verheidsrekening in haren geheelen omvang, de stroomkaveling en de verbetering van het bestek.

g. Voorts moet hij bekend zijn met de inrigting van den sextant en het gebruik van de loglijn.

3°. EXAMEN VAN EENEN TWEEDEN STUURMAN.

Een tweede stuurman zal moeten kennen al hetgeen bij een examen van eenen derden stuurman wordt gevorderd, en daarenboven blijken moeten geven geoefend te zijn:

a. In de beginselen van stel- en meetkunde, alsmede in de analitische trigonometrie, toegepast op regtlijnige driehoeken.

b. In de berekening der breedte uit twee zons hoogten buiten den meridiaan waargenomen, met den verloopen tijd, zoowel door de bolvormige driehoeksmeting, als met behulp van daartoe strekkende tafelen, en zoowel bij een voortzeilend als stilliggend schip.

c. In de berekening der breedte door de waargenomene hoogte van de poolster.

d. In het vinden van uurhoeken en hoogten der hemelligchamen.

e. In de kennis van den tijd, die de voordeeligste is, om hoogten der hemelligchamen waar te nemen, ten einde daaruit den tijd of de breedte te vinden.

f. In de berekening der lengte uit den waargenomen afstand van de maan tot de zon, tot eene planeet of tot eene vaste ster, met de gelijktijdig waargenomene hoogten dezer hemelligchamen.

4°. EXAMEN VAN EENEN EERSTEN STUURMAN.

Een eerste stuurman zal moeten kennen hetgeen bij een examen van eenen tweeden stuurman verlangd wordt, en daarenboven toonen geoefend te zijn:

a. In de stel- en meetkunde, alsmede in de analitische trigonometrie toegepast op bolvormige driehoeken.

b. In de berekening der lengte uit een' waargenomen' afstand van de maan tot een hemelligchaam, in geval dat afstand en hoogten niet gelijktijdig, doch achtereenvolgens door éénen waarnemer zijn gemeten.

c. In de berekening der lengte uit den afstand en den bekenden tijd, zonder dat men de hoogten der hemelligchamen heeft gemeten.

d. In de berekening van de snelheid en rigting der stroomen.

e. In de kennis der handelwijze, volgens welke men eene kust, de monden van rivieren en havens opneemt en in kaart brengt.

f. Voorts zal hij bekend moeten zijn met het gebruik van den thermometer en barometer en van andere instrumenten, die aan boord der schepen in gebruik zijn.

§ 462. Zeer onlangs is er door eenige steden in *Nederland* een Reglement voor het Examen der zeelieden daargesteld. Wij voor ons meenen, dat dit Reglement nog eenige wijzigingen zal moeten ondergaan; hetgeen ons aanleiding heeft gegeven, die stedelijke verordening, voor als nog, niet mede te deelen.

§ 463. In het algemeen zoude men het Reglement voor het Examen der koopvaardij-zeelieden in de volgende deelen kunnen en moeten onderscheiden, als:

1°. In de zeevaartkunde of de zoogenoemde stuurmanskunst; dit gedeelte van het Reglement zoude moeten bevatten de voornaamste gronden dezer wetenschap, als de beginselen der rekenkunde, der platte en bolvormige driehoeksmetingen met hare toepassingen op de zeevaartkunde, de kennis van den zeemans Almanak, die der nautische astronomie, van de zee-instrumenten, het vinden van de miswijzing der kompasnaalden, van de breedte en lengte op zee, en wat verder ook te dien aanzien in dit werk behandeld is.

2°. Zoude men moeten eischen: de kennis van het schip, zijn bouw, voor zoo verre dit in het algemeen voor den zeeman nuttig en noodig mag worden geoordeeld; alsmede die van het tuig, de zeilen en de geheele zamenstelling en uitrusting van het schip. Verder zoude bij dit gedeelte gevoegd kunnen worden: het manoeuvreren met het schip bij de gevallen, welke daaromtrent op zee voorkomen of kunnen voorkomen. En zoude voor een hoogst examen ook hier een blik geworpen kunnen worden en een onderzoek plaats moeten hebben naar de *vele* waarschijnlijke oorzaken der tegenwoordige schipbreuken en de behoedingen daar tegen.

3°. Moet de zeemanschap, vooral bij eenen opper-stuurman en gezagvoerder, ook een gedeelte van het examen uitmaken. Onder zeemanschap verstaan wij de kennis der zeeën, van de voornaamste en grootste zee-stroomen, banken, van eenige bijzonderheden der getijen, kustlichten, en eenige andere kunstmiddelen, die ten dienste der zeevaart hier en daar zijn en nog dagelijks worden daargesteld, als ook de kennis der algemeene natuurkunde der zee, waarover in dezen tijd zoo veel wordt gesproken, waarvan door sommigen met zeer veel ophef gewag wordt gemaakt, en die inderdaad, als men met oordeel en onderscheiding te werk gaat, ook in zoo vele opzigten allerbelangrijkst kan medewerken tot beveiliging en bekorting der zeereizen.

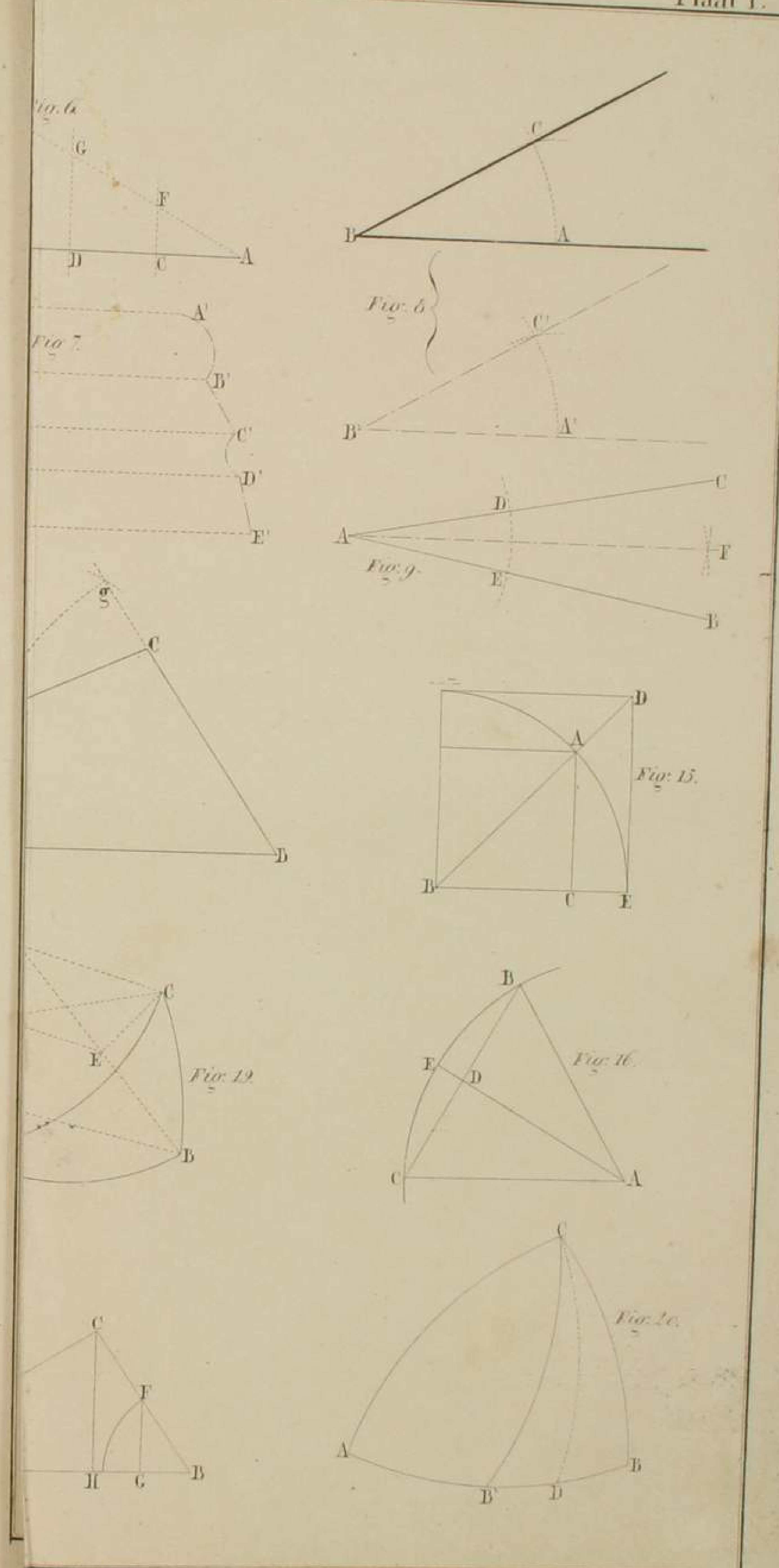
4°. Zal het examen moeten loopen over de kennis van de scheeps administratie en het beheer aan boord van een koopvaardijschip, en over de wetten en bepalingen betrekkelijk de scheepen koopvaardij-vaart, in het algemeen genomen en vastgesteld.

Naar ons inzien dient een reglement voor het examen van stuurlieden en gezagvoerders ter koopvaardij deze vier hoofddeelen zorgvuldig te onderscheiden, en duidelijk uit een te zetten, en daarin bepaaldelijk aan te toonen, wat tot elken rang van stuurman en gezagvoerder in deze behoort en van hen bij een examen kan en moet worden geëischt. Die onderscheidingen voor elken rang, zijn ook reeds bij de Oost-Indische Compagnie, bij later opvolgende bepalingen van onze en vreemde Staten en, zoo als uit het aangevoerde blijkt, ook bij de marine-examen tot heden steeds bepaaldelijk in acht genomen.

DRUKFEILEN EN MISSTELLINGEN.

Bladz.	56,	reg.	40	van	boven,	*staat:*	schalen,	*moet*	*zijn:*	schalen
»	112,	»	14	»	»	»	53	»	»	53′
»	192,	»	48	»	»	«	33′	»	»	30′
»	200,	»	18	»	»	»	groepen,	»	»	groepen
»	260,	»	20	»	»	»	den	»	»	de hoogte
»	288,	»	43	»	»	»	$31^s,02$.	«	«	$44^s,5$.
»	341,	»	40	»	»	»	1	»	»	—1.

Plaat I.



Plaat I.

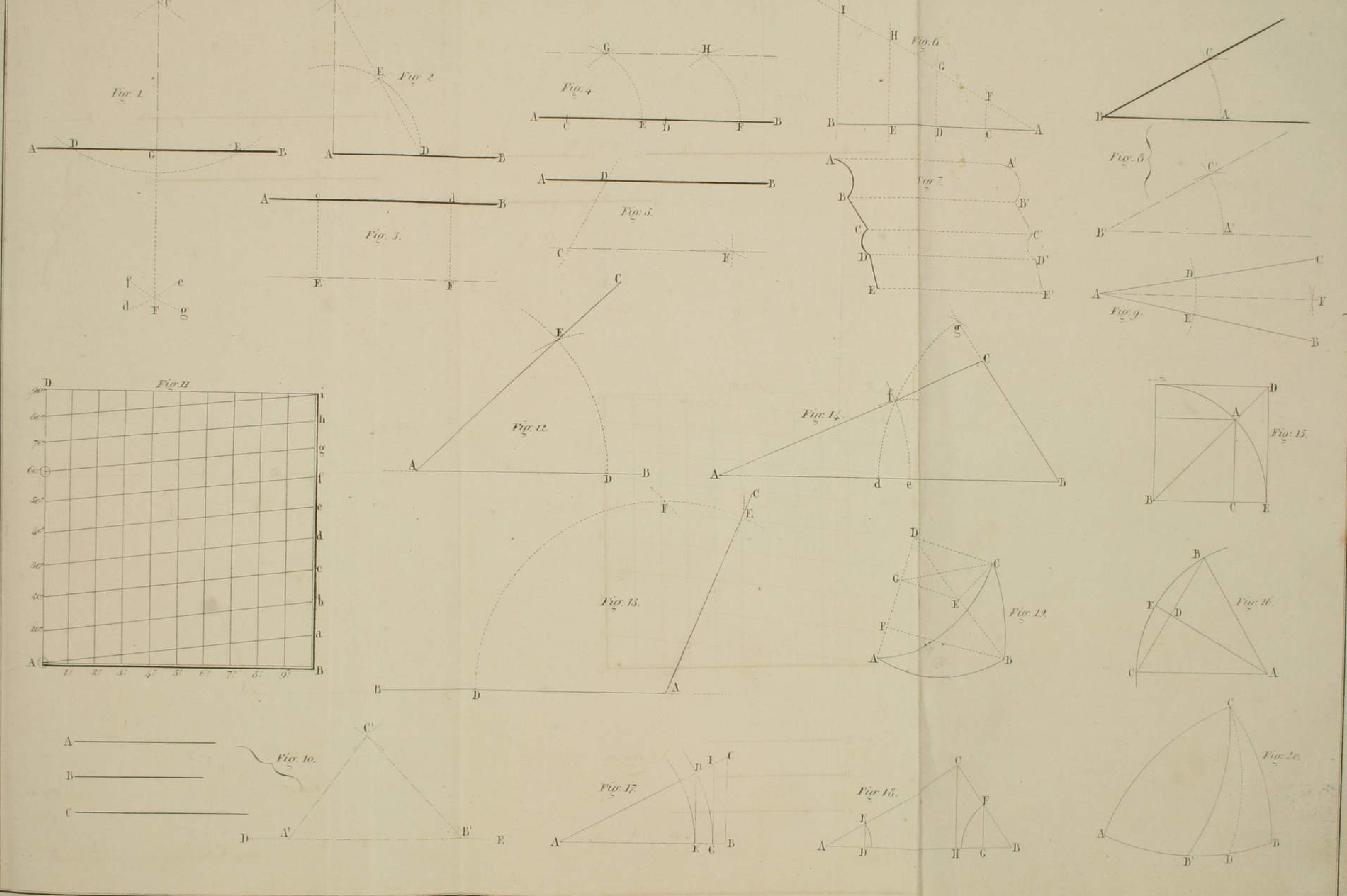
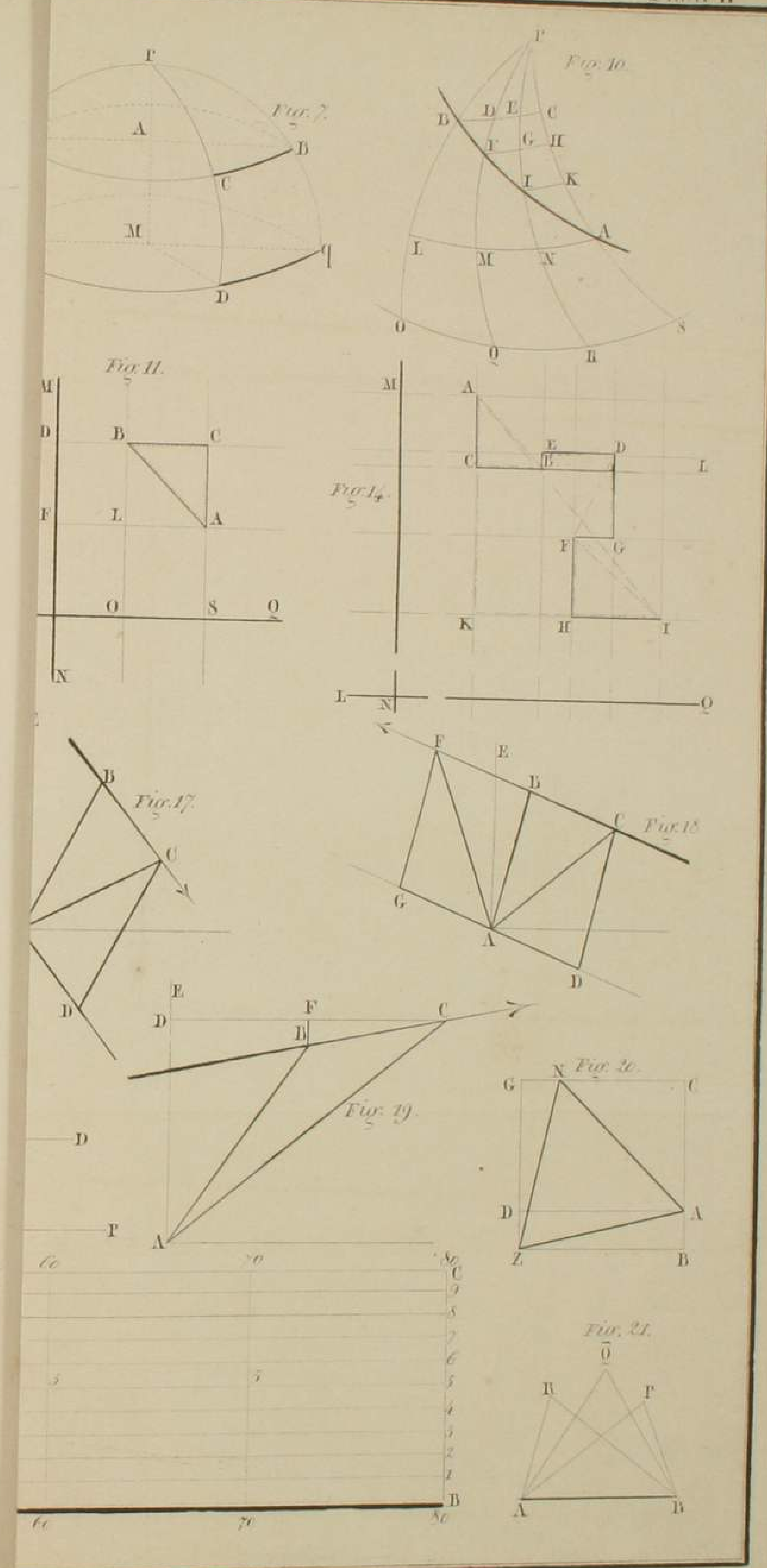
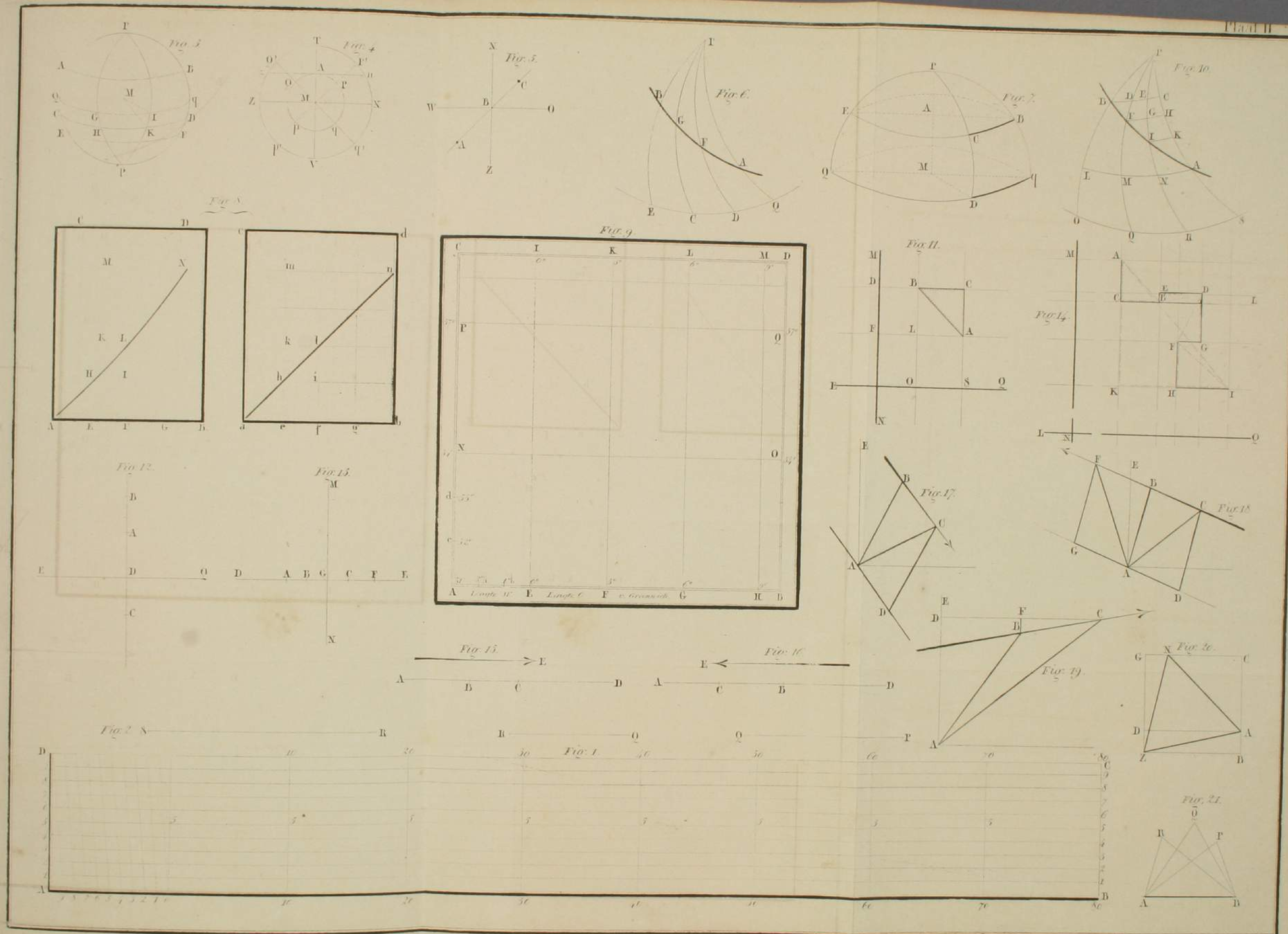


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 13.
Fig. 14.
Fig. 15.
Fig. 16.
Fig. 17.
Fig. 18.
Fig. 19.
Fig. 20.

Plate II




Pl. II
Fig. 1
Fig. 2
Fig. 3
Fig. 4
Fig. 5
Fig. 6
Fig. 7
Fig. 8
Fig. 9
Fig. 10
Fig. 11
Fig. 12
Fig. 13
Fig. 14
Fig. 15
Fig. 16
Fig. 17
Fig. 18
Fig. 19
Fig. 20
Fig. 21
Longit. 10°
Longit. 0°
0. Greenwich

Plaat III

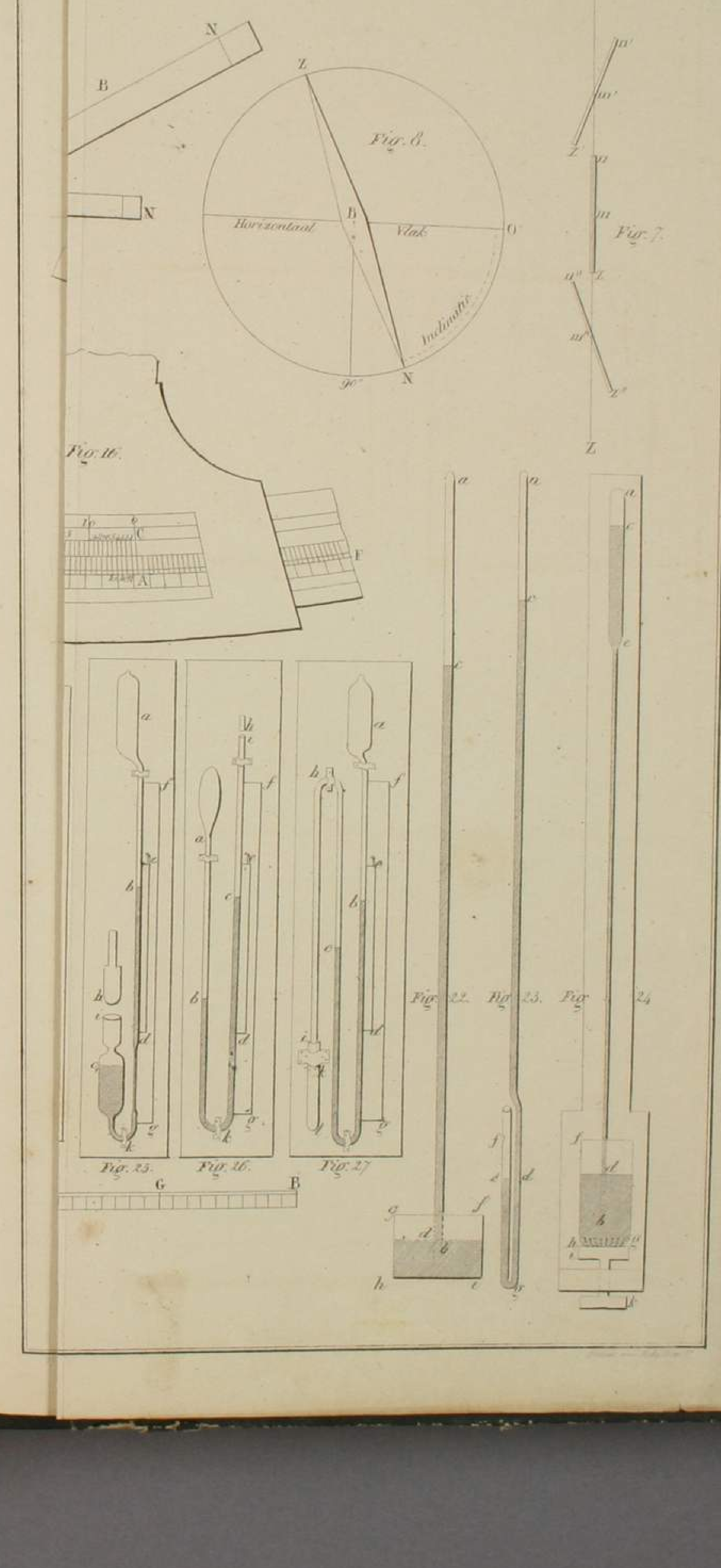


Fig. 8.
Horizontaal
Vlak
Inclinatie
Fig. 7.
Fig. 16.
Fig. 22.
Fig. 23.
Fig. 24
Fig. 25.
Fig. 26.
Fig. 27.

Plaat III

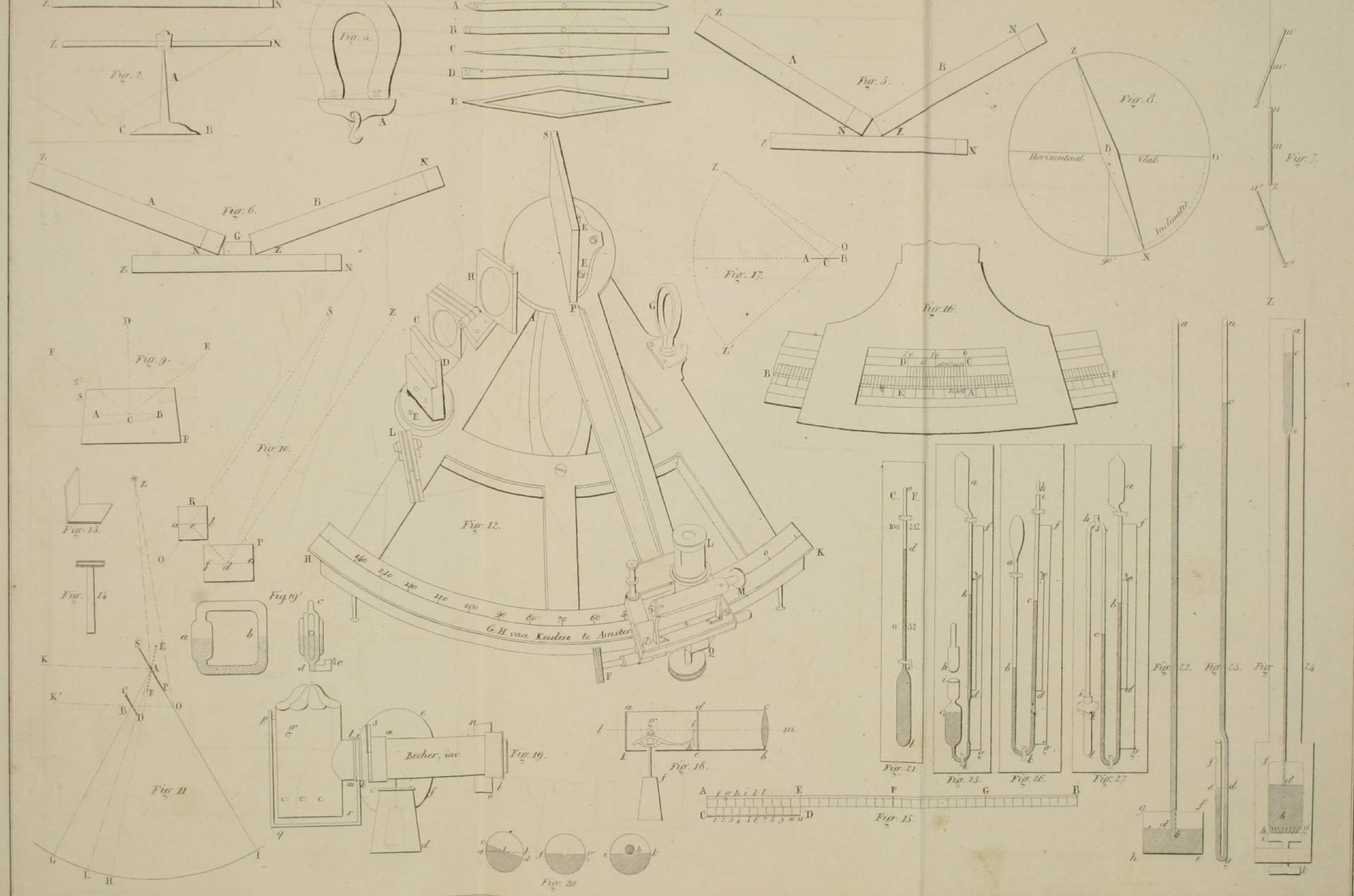
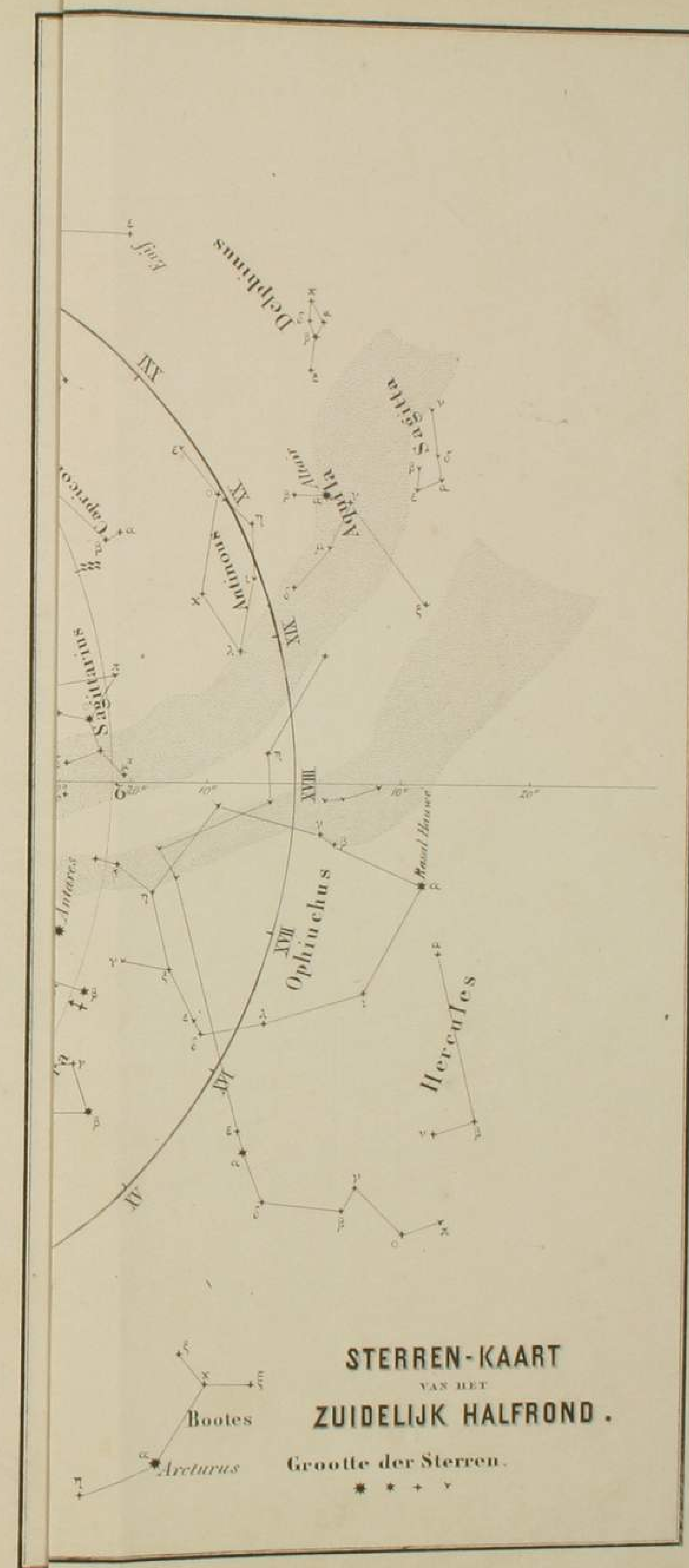
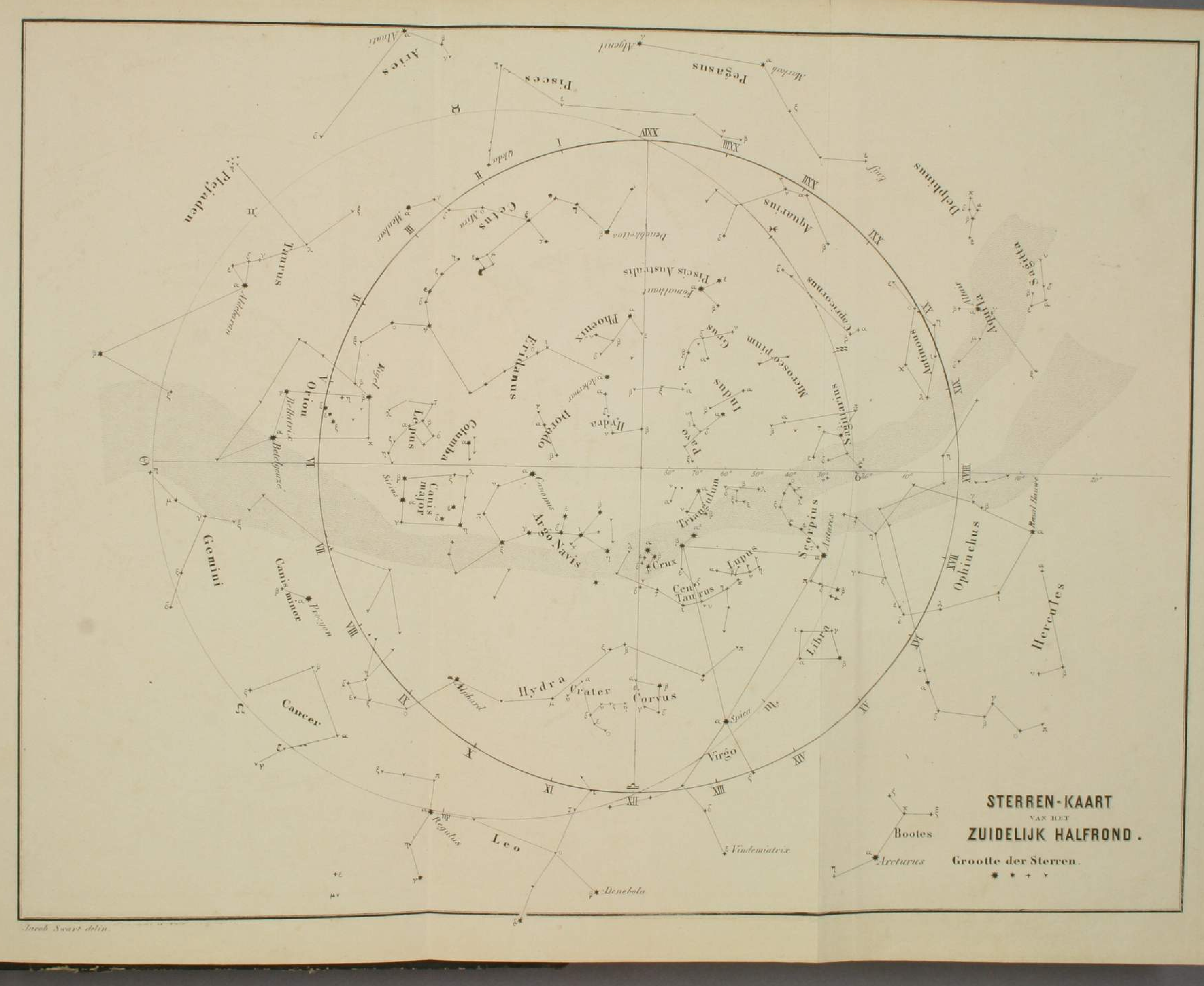


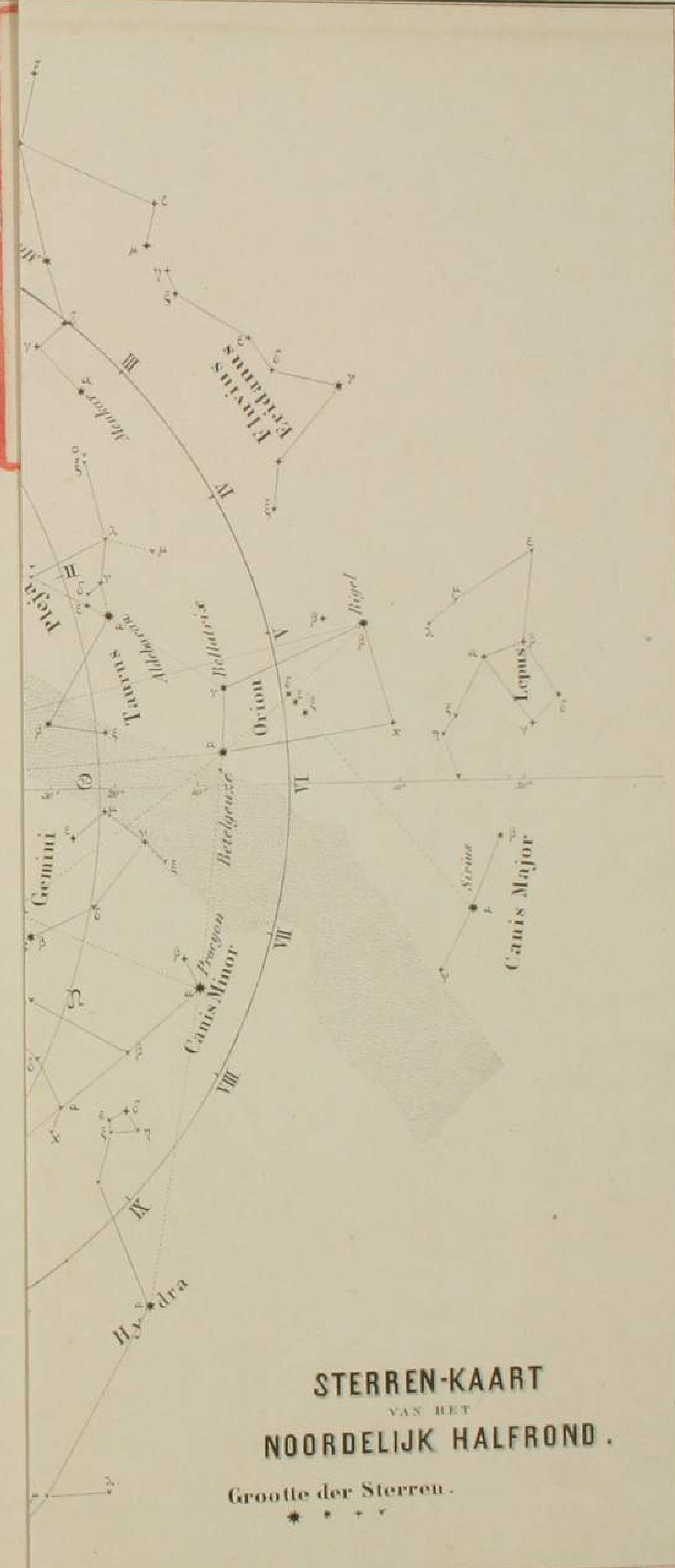
Fig. 1
Fig. 2
Fig. 3
Fig. 4
Fig. 5
Fig. 6
Fig. 7
Fig. 8
Horizontaal
Vlak
Inclinatie
Fig. 9
Fig. 10
Fig. 11
Fig. 12
G. H. van Keulen te Amster
Fig. 13
Fig. 14
Fig. 15
Fig. 16
Fig. 17
Fig. 18
Fig. 19
Becher, inv.
Fig. 20
Fig. 21
Fig. 22
Fig. 23
Fig. 24
Fig. 25
Fig. 26
Fig. 27



STERREN-KAART
VAN HET
ZUIDELIJK HALFROND.
Grootte der Sterren.

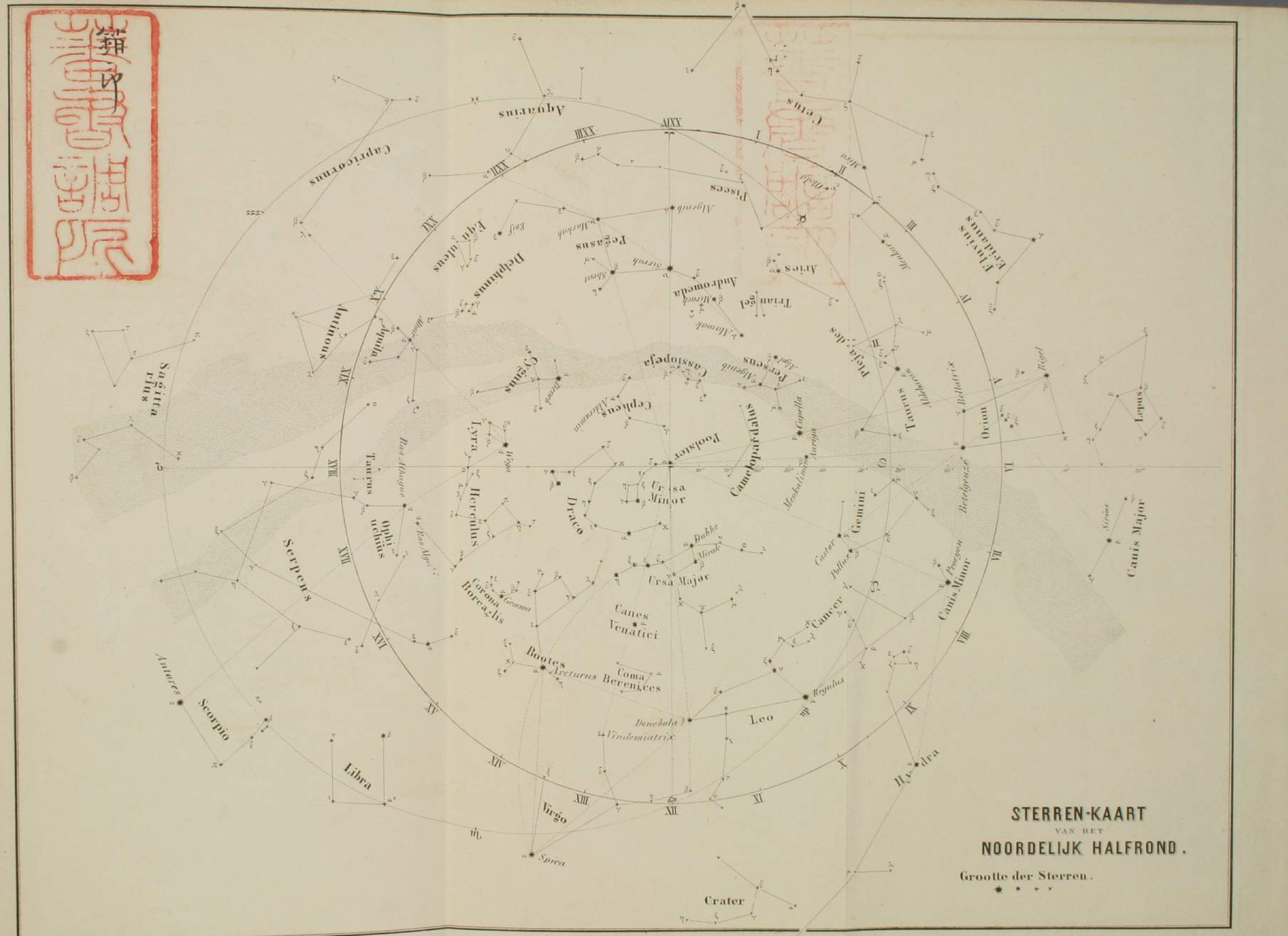


Jacob Swart delin.



STERREN-KAART
VAN HET
NOORDELIJK HALFROND.

Grootte der Sterren.



STERREN-KAART
VAN HET
NOORDELIJK HALFROND.

Grootte der Sterren.

Jacob Swart delin.